

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

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

(назва факультету)

кафедра металургійного обладнання

(повна назва кафедри)

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

На тему Модернізація врівноваження шпиндельного пристрою приводу
ножиць зусиллям різання 12,5 МН в умовах прокатного цеху ПрАТ
«Дніпроспецсталь»

Виконав: студент групи 6.1331-с

Морозов О.Д.

(ПІБ)

(підпис)

спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

спеціалізація

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

133.00.12 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Керівник Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя – 2024 року

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра металургійного обладнання

Рівень вищої освіти магістр

(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація _____

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма 133.00.12 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру А.О. Власов

“ _____ ” _____ 20__ року

Завдання

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

Морозова Олексія Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема бакалаврської роботи: Модернізація врівноваження шпindelного пристрою приводу ножиць зусиллям різання 12,5 МН в умовах прокатного цеху ПрАТ «Дніпроспецсталь
керівник бакалаврської роботи викладач Васильченко Т.О.
затвердені наказом вищого навчального закладу від “26” грудня 2023 року № 2215-с.
2. Строк подання студентом магістерської роботи 14 червня 2024 року.
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи техніко-економічні показники роботи прокатного цеху.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Загальна частина; 2. Спеціальна частина; 3. Експлуатаційна частина; 4. Охорона праці та техногенна безпека. Загальні висновки та рекомендації.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Ножиці 12,5 МН– 1А1; 2. Ножиці 12,5 МН з приводом 1А1; 3. Шпindel -1А1; 4. Пружинне врівноваження – 1А1; 5. Фундамент– 1А1
6. Схема аерації прокатного цеху– 1А1.

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Васильченко Т.О., доцент		
2	Васильченко Т.О., доцент		
3	Васильченко Т.О., доцент		
4	Васильченко Т.О., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів магістерської роботи	Примітки
1	Збір матеріалу на проектування	13.05.2024 – 20.05.2024	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проектування	21.05.2024 – 27.05.2024	
3	Виконання теоретичної частини проекту	26.05.2024 – 29.05.2024	
4	Виконання графічної частини проекту	30.05.2024 – 05.06.2024	
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	06.06.2024 – 10.06.2024	
6	Перевірка проекту консультантами	11.06.2024 – 13.06.2024	
7	Попередній захист проекту	14.06.2024	
8	Переплітання пояснювальної записки	Згідно з графіком	
9	Захист проекту у ДЕК	Згідно з графіком	

Студент _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської роботи _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Морозов О.Д. Модернізація врівноваження шпindelного пристрою приводу ножиць зусиллям різання 12,5 МН в умовах прокатного цеху ПрАТ «Дніпроспецсталь» .

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавр за спеціальність 133 – Галузеве машинобудування, керівник Т.О. Васильченко. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра металургійного обладнання, 2024.

Розроблено заходи щодо підвищення техніко–експлуатаційних показників й оптимізовані режими роботи ножиць із зусиллям різання 1250. При цьому вдосконалена конструкція установки. Результати роботи можуть бути рекомендовані для впровадження в цеху холодної прокатки, а також на інших аналогічних станах металургійної промисловості.

Ключові слова: ПРИВОД, ШПИНДЕЛЬ, ЗРІВНОВАЖУВАННЯ, НОЖІ, АМОТИЗАТОРИ

ABSTRACT

Morozov O.D. Modernization of the Balancing of the Spindle Device of the Scissor Drive with a Cutting Force of 12.5 MN in the Conditions of the Rolling Shop of Dniprospeetsstal PrJSC.

Qualifying thesis for obtaining a bachelor's degree in higher education, specialty 133 - Industrial engineering, adviser T.Yu. Saykova. Zaporizhzhia National University, Engineering Educational and Scientific Institute them. Yu.M. Potebni, Department of Metallurgical Equipment, 2024.

Measures have been developed to improve technical and operational indicators and optimized operating modes of scissors with a cutting force of 1250. At the same time, the design of the installation has been improved. The results of the work can be recommended for implementation in the cold rolling shop, as well as in other similar mills of the metallurgical industry.

Key words: DRIVE, SPINDLE, BALANCE, KNIVES, SHOCK ABSORBERS

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Загальні відомості про підприємство	8
1.2 Вантажопотоки прокатного цеху	11
1.3 Технічна характеристика механічного обладнання ділянки стану «1050/950	14
1.4 Вузькі місця прокатного цеху	24
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	26
2.1 Огляд й аналіз конструкцій ножиць	26
2.2 Ножиці поперечного різання з паралельними ножами	26
2.2.1 Вибір основних параметрів ножиць	26
2.2.2 Типи й конструкції ножиць	28
2.2.3 Будова і технічна характеристика ножиць	30
2.3 Опис проекту модернізації ножиць	37
2.4 Розрахунки елементів ножиць 12,5 МН	38
2.4.1 Розрахунок параметрів привода ножиць 12,5 МН з паралельними ножами	38
2.4.2 Розрахунок універсального шпинделя ножиць	44
2.4.3 Розрахунок на стійкість стрижня пружинного зрівноважування шпинделя	50
2.4.4 Розрахунок тарілчастих пружин	53
2.4.5 Розрахунок кріпильного різьблення стрижня пружинного зрівноважуванн	54
3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	57
3.1 Короткі правила по обслуговуванню й експлуатації	57
3.2 Мастильні матеріали	58
3.3 Централізована система пластичного змащення	59
3.4 Розрахунок фундаменту	63

	2
3.5 Розрахунок анкерних болтів	68
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	70
4.1 Розрахунок рівня механізації праці прокатного цеху	70
4.2 Аналіз потенційних і шкідливих факторів виробничого середовища	71
4.3 Технічні рішення по виробничій санітарії	73
4.3.1 Об'ємно–планувальні рішення будівель і споруджень цеху	73
4.3.2 Опалення й вентиляція	74
4.3.2 Природне й штучне освітлення	77
ВИСНОВКИ	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	86
ДОДАТКИ	89

ВСТУП

В даний час Україна є одним із провідних виробників металургійної продукції у світі. Продукція металургійних комплексів є основою індустріалізації національної економічної системи в цілому. Металургійний комплекс забезпечує виробництво конструкційних матеріалів, таких як чавун, сталь, видобуток і виплавка алюмінію, рухомий склад тощо. В Україні розроблено технології металопрокату та виробництва, які донині використовують металургійні підприємства

Прокатні цехи є основними при завершенні технологічної обробки металу в металургійній галузі. До складу прокатного цеху входять власне прокатний стан, механізми для підготовки металу до прокатки, обробки готової продукції, різні допоміжні служби. Створення нового прокатного обладнання і експлуатація складних машин вимагає використання досягнень в різних областях науки і техніці і підготовці висококваліфікованих фахівців – інженерів, конструкторів і механіків.

Підвищення продуктивності прокатних станів і якості продукції, що випускається ними, – основне завдання прокатного виробництва. Успішне її вирішення багато в чому визначається роботою ділянок різки, де виконується розкрій гарячих заготовок на мірні довжини. Для обробки штаби використовують агрегати різання, правлення, дресування і т. п. Робота ножиць в поточній лінії технологічного циклу в значній мірі визначає роботу всього прокатного стану. [1] Таким чином виконання досліджень енергосилових параметрів і динамічних процесів, виникаючих в приводах сортових ножиць прокатних станів є доволі перспективним і актуальним.

Об'єкт удосконалення й дослідження – ножиці із зусиллям різання 12,5 МН ділянки різання прокату.

Метою роботи є дослідження роботи приводу ножиць з паралельними ножами стану блюмінг 1050 та вдосконалення його конструкції.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про підприємство

Повна назва підприємства – приватне акціонерне товариство “Електрометалургійний завод “Дніпроспецсталь” . Це провідне підприємство з виробництва жароміцних і прецизійних сплавів, нержавіючих, підшипникових, інструментальних, легованих конструкційних сталей.

Рішення про будівництво електросталеплавильного заводу ПАТ “Дніпроспецсталь” було прийнято 1 липня 1929 року.

Завод з виробництва спеціальних сталей (високолегованих, жаростійких, нержавіючих, інструментальних, кислототривких марок) було пущено 10 жовтня 1932 року в Запоріжжі на базі потужного постачальника електроенергії - ДніпроГЕСУ та частини базового металургійного заводу "Запоріжсталь".

Головною метою зміни форми власності було підвищення ефективності функціонування підприємства - єдиного в Україні з виробництва спеціальних сталей. Кожен рік, з моменту народження заводу, ознаменований подіями, значними не тільки для ПАТ Дніпроспецсталь, але і для усєїї отрасли в цілому. Важливі події розвитку ПАТ Дніпроспецсталь: 1932 р. Перша плавка народження заводу; 1933 р. Освоєно виробництво шарикопідшипникової сталі; 1934 р. Освоєно виробництво нержавіючої кислототривкої хромонікелевої сталі; 1941 р. Евакуація заводу у період Великої Вітчизняної війни у Сибір; 1955 р. Освоєно вакуумування сталі у ковші; 1956 р. Освоєно виробництво жаротривких сплавів; 1957 р. Освоєно виробництво калібрувальної сталі; 1958 р. Вперше у світі освоєн електрошлаковий переплав; 1959 р. Вперше в СРСР освоєн переплав сталі та сплавів у вакуумно-дугових печах; 1966 р. Збудований найбільший в ті роки у Європі спеціалізований цех для виплавки злитків ЕШП та ВДП; 1972 р. Вперше в СРСР освоєно виробництво інструментальної та швидкоріжучої сталі методом порошкової металургії; 1980 р. Вперше в СРСР втілено газокислородне рафінування сталі; 1996 р. Втілена та сертифікована по стандарту ISO 9002:1994 система якості; 1996 р. Освоєна сучасна технологія виробництва конструкційних

та підшипникових сталей з пуском в експлуатацію установки "Пічка-ковш" італійської фірми "Danieli"; 2001 р. Втілена та автоматизована система R/3 компанії SAP; 2002 р. Відкрита торговельна фірма-офіційний дилер ВАТ Електрометалургійний завод Дніпроспецсталь ім. А.М. Кузьміна в Германії; 2002 р. Система якості підприємства сертифікована по стандарту ISO 9001:2000; 2002 р. Втілений в експлуатацію цех фінішної обробки готової продукції; 2003 р. В СПЦ-2 виконана перша черга реконструкції електропечі №5 в піч-ковш; 2003 р. Розроблений та втілений у виробництво комплекс заходів щодо зниження витрат на енергозбереження заводу; 2003 р. Втілена ресурсозберігаюча технологія виробництва корозійностійких сталей з вводом в експлуатацію піч-ковша в СПЦ-2; 2004 р. Розроблена та втілена система оперативного контролю над ефективністю виплавки на основі оперативної калькуляції; 2004 р. Розроблена та втілена технологія виробництва поковок із штамповок сталі 4x5МФ-1/С/с з контролем значення роботи удару; 2004 р. Освоєна технологія електрошлакового переплаву на механічні суміші вихідних компонентів флюсу (флюоритового концентрату та глинозему); 2006 р. Запуск установки прес-ножиці у копровому цеху; 2007 р. Побудований цех з переробки шлаків (балка Середня). 2009р. Введена до експлуатації лінія шліфування прутків фірми Louser. 2010р. Введено в експлуатацію у зв'язку з завершенням будівництва цех ад'юстажної обробки металу. Рішенням Загальних зборів акціонерів форма випуску акцій емітента змінена на бездокументарну. 2011р. Рішенням Загальних зборів акціонерів назву Товариства змінено з Відкритого акціонерного товариства Електрометалургійний завод Дніпроспецсталь ім. А.М. Кузьміна на Публічне акціонерне товариство Електрометалургійний завод Дніпроспецсталь ім. А.М. Кузьміна. З 1993 року на заводі спостерігався великий спад виробництва аж до закриття цехів, даний спад тривав до 1998 року поки директором заводу не став начальник СПЦ-2 Лейбензон В.І. Після приходу до влади цієї людини завод почав підніматися у своєму розвитку. Був реконструйований прокатний стан 950, після чого він став 1050, тому що завод почав тісно працювати із закордонними

фірмами. На заводі було встановлене устаткування по виробництву свердлів, після чого в 1999 році цех відокремився в окремий завод з виробництва свердлів.

У цей час завод має у своєму складі п'ять сталеплавильних цехів, ковальсько-пресовий цех, прокатний цех, ремонтно-механічний цех, цех ремонту металургійного устаткування й багато інших допоміжних цехів.

Прокатний цех оснащений чотирма станами: 1050, 525, 325 й 280, а також самоволочильними станами.

На переділ (прокатку, кування, пресування) злитки передаються в гарячому або холодному стані.

Електросталеплавильний завод “Дніпроспецсталь” у цей час спеціалізується на випуску легованих і високоякісних марок сталі. Він випускає такі марки сталі, як: 09X15H10, ШХ15, ШХ10, 95X18, 12X18H10T3, 15X25T2, X12MФ, P6M5, 60C2A, 16XГ, 40X, 8XФ, 4X5MФC, 3X3M3Ф и т.буд. Також він випускає сплави, такі як: BK9, НК79, ЭІ927, BK18 і т.д.

Продукція, що випускається, і система менеджменту якості сертифікована Суспільством Технічного Нагляду «ТЮФ» (Німеччина). І відповідає вимогам ISO 9001:2008.

Постійно з огляду на вимоги світового ринку, завод вчасно коректує свої плани виробництва й номенклатуру продукції.

Сьогодні завод пропонує:

- прокат (8...350 мм) круглого, квадратного, прямокутного й штабового перетинів;
- трапецієподібний профіль для шляхових шайб 8,9-9,9 мм;
- осьова заготівля для осей вагонів магістральних доріг;
- арматурний періодичний профіль 14...26 мм;
- гальмова шина 25x65x129 мм;
- кутик рівнополий 40x40x5мм;
- шестигранник 17...30 мм;
- кування торцеві (190...500 мм) круглого, квадратного, смугового перетинів;

- сталь холоднокатана 10...40 мм;
- сталь зі спеціальною обробкою поверхні 2...14 мм;
- труби електрозварні 27...83 мм;
- сталь ресорна з параболічними крайками 45x6, 45x6,5 мм;
- калібрований холоднотягнутий дріт 2...6 мм;
- спіральні свердли із циліндричним хвостовиком швидкорізальної сталі 2...12 мм.

Завод випускає приблизно 85% продукції, що іде на експорт у далеке й ближнє зарубіжжя.

1.2 Вантажопотоки прокатного цеху

Доставка зливків до нагрівальних колодязів обтискного стану постачається по залізниці. Вимоги до технології замовлення обмовляються робочою картою стану, де вказується необхідний профіль, довжина, необхідність термообробки, стандарт або технічні умови на готову продукцію.

Контролер відділу технічного контролю (ВТК) разом з нагрівальником визначають температуру поверхні зливків гарячого осаду по кривих охолодження або по таблиці. Посадка зливків колодязевим кліщовим краном у нагрівальні колодязі здійснюється після дозволу контролера ВТК.

Нагрівання зливків гарячого і холодного осаду перед прокаткою здійснюється в рекуперативних нагрівальних колодязях.

У прольоті розташовано 12 груп колодязів. Кожна група колодязів складається з двох осередків розміром 5,54x4,65x3 метри.

Доставка нагрітих злитків до стану здійснюється за допомогою зливковозу.

Прокатка злитків здійснюється на блюмінгу "1050-950", що представляє собою обтискний дуо-реверсивний стан лінійного типу, що складається з двох клітей: обтискної (діаметр валків 1050 мм) і заготовочної (діаметр валків 950

мм). Стан запусканий у 1955 році, реконструктивні заходи проводилися в 1966 і 1998 роках.

Розрізані на потрібні довжини заготівлі та сортовий прокат маркуються і скидається в кишені. З кишень за допомогою кранів метал передається, у залежності від технології і вимог замовлення, у ями заміряного охолодження, на площадки або вантажиться у вагони.

Охолодження металу після прокатки здійснюється, у залежності від марки сталі, або в неопалюваних колодязях (ямах) заміряного охолодження, або на повітрі. Після охолодження метал передається на ад'юстажі, а метал, що потребує термообробки, відповідно до замовлення відвантажується не пізніше встановленого часу в термічний цех.

Відділення травлення заготівлі для сортових станів складається з 2 ліній. Кожна лінія є самостійним агрегатом, керування лініями здійснюється з посади керування, завантаження і вивантаження виробляється кранами.

Ад'юстажна обробка металу стана "1050-950":

- а) заготівка для сортових станів;
- б) сортовий прокат.

Середньосортний стан "550".

Стан лінійного типу в складі 4-х клітей:

- I - обтискна – трію;
- II и III - чорнова – трію;
- IV - чистова - дуо.

Вихідна заготівка квадратного перетину 135-147мм і 175-190 мм надходить зі складу. Нагрівання заготовок під прокатку виробляється в дво-тризонних методичних печах з нижнім нагріванням і торцевої задачею та видачею.

Прокатка здійснюється на обтискному стані. Правильність настроювання і якість поверхні калібрів визначаються геометрією профілю і відсутністю заходів і зморшок на пробах. Поріз металу здійснюється за допомогою роторних пилок. Обріз після таврування попадає в коробки. Готовий метал маркується і

скидається в кишеню. Охолодження металу після прокатки здійснюється (у залежності від марки сталі) або в штабелях на повітрі, або в колодязях (ямах) охолодження (10 шт.)

Після охолодження, метал передається на ад'юстаж або відвантажується не пізніше встановленого часу в термічний цех для проведення необхідної термообробки. Нагрівання заготовок для прокатки на дрібносортних станах "325" і "280" здійснюється в двозонних методичних печах з нижнім нагріванням з торцевої задачею і бічною видачею (по 2 печі, на кожному стані).

Внутрішні розміри пічей (мм):

- стан "325"-15200×2761;

- стан "280" -13000×2155.

Прокатка металу в залежності від профілю виробляється за розробленими схемами на набудованому стані. Контроль якості поверхні і геометрії прутків у процесі прокатки виробляються шляхом огляду протравлених проб і проб на гарячий осад. Проби відбираються від кожної партії-плавки.

Поріз металу на прутки необхідної за замовленням довжини здійснюється на ножицях холодного різання з застосуванням профільних ножів. Після порізу метал маркірується і передається на охолодження. Охолодження металу після прокатки виробляється уповільнено в термостатах або на повітрі.

Ад'юстажна обробка металу виробляється на ад'юстажі дрібного сорту, що має у своєму складі правильні засоби, лінії і верстати для абразивного шліфування, а також верстат для без центральної токарської обробки.

Маркірування прокату виконується безпосередньо на станах після різки металу.

Маркірування наноситься:

на станах "950" и "550" - на торці штанг;

на станах "325" и "280" - на боковій поверхні прутків на відстані 30-150 мм від торця.

На метал, що поставляється в мотках, клеймо не набивається, маркірування наноситься на металеві бирки, що навішуються на мотки.

У сортаменті стану "325": круг діаметром 22-42 мм, смуги, квадрати, арматурний простий шестигранник. На стані "280" пруток діаметром 10-22 мм квадрати, простий у бухтах 8-13 мм, арматурна сталь.

Маркірування містить: клеймо ВТК, марку сталі або її умовна позначка, номер плавки, додаткові знаки (номер злитка, літер штанги). Прутки укладаються в пачки (зв'язування) затаврованими торцями в одну сторону.

1.3 Технічна характеристика механічного обладнання ділянки стану «1050/950

Машини та агрегати прокатного цеху умовно можна розділити на дві групи: машини і механізми головної лінії прокатного стану, та машини і агрегати потокових технологічних ліній цеху.

Машини і механізми головної лінії прокатного стану складаються з робочої кліті, передавальних механізмів і головного електродвигуна. Робоча кліть є основним пристроєм прокатного стану, тому що в ній здійснюється власне прокатка (пластична деформація) металу.

Передавальні механізми і пристрої в залежності від призначення і конструкції прокатного стану можуть бути різними. На великих станах (обтискних, товстолистових), а також на станах, що прокочують метал з великою швидкістю, застосовують індивідуальний привід робочих валків від окремих електродвигунів: у цьому випадку передатним пристроєм є універсальні шпинделі, проміжні вали і муфти.

Головний електродвигун прокатного стану є двигуном спеціального (металургійного) типу з повітряним охолодженням, що продувається. Машини й агрегати потокових технологічних ліній прокатного цеху, що не входять у головні лінії станів, призначені для подачі металу від печі або нагрівальних колодязів до прийомного рольганга стану (злитковози), повороту злитка на рольгангу (поворотні пристрої), транспортування металу відповідно до технологічного процесу (рольганги або транспортери), пересування металу уздовж бочки валків для задачі його у відповідний калібр (маніпулятори), повороту металу щодо його подовжньої осі (кантувачі), охолодження металу

(холодильники), травлення металу (травильні установки), розмотування рулонів (розмотувачі), змотування смуги в рулон або дроти в бунт (моталки), різання металу (ножиці і пилки), для обробки металу (виправлення і дресирування, таврування, укладання, промаслення, упакування й інших процесів).

Ці машини й агрегати досить різноманітні; загальна маса їх значно перевищує масу машин і механізмів, що входять у головні лінії стану.

Машини та механізми головної лінії стану «1050/950»

Стан складається з двох лінійно розташованих клітей - обтискній і заготовочної, характеристики яких приведені в таблиці 1.1.

Обтискна робоча кліть складається з двох станин закритого типу.

Робочі валки виготовлені зі сталі 60ХН. Діаметр нових робочих валків складає 1050 мм, мінімальний діаметр персточних валків - 970 мм.

Робочі валки, довжина бочки яких дорівнює 2250 мм, мають шийки діаметром 640 мм і спираються на підшипники з текстолітовими вкладишами, охолоджувані водою. Найбільше зусилля прокатки складає 18500 кН, максимальна швидкість прокатки - 4,5 м/с. Привід індивідуальний від двох електродвигунів потужністю 3550 кВт кожний. Розчин валків змінюється в межах 10...800 мм.

Таблиця 1.1 - Характеристика робочих клітей приводу стану «1050/950»

Кліть	Діаметр бочки валків, мм	Довжина бочки, мм	Діаметр шийки, мм	Головний двигун				
				Тип двигуна	Швидкість прокатки, м/с	Потужність, кВт	Частота, об/хв	
							Ном.	Макс.
Обтискна	1050	2250	640	П-2-22/150-3,55УХЛ4	1-4,5	2×3550	45	90
Заготовельна	950	2350	600	П-22-125-9К	1-5,5	2×3300	60	120

Вертикальну установку верхнього валка роблять натискним пристроєм зі швидкістю 200 мм/с. Зрівноважування верхнього валка роблять системою гідравліки.

Виймку з кліті комплекту валків з подушками й установку в кліть нового комплекту роблять за допомогою механізму заміни валків обтискної кліті.

Заготовочна кліть - двовалкова реверсивна. Швидкість прокатки на заготовочній кліті до 5,5 м/с. Валки виготовлені зі спеціального чавуна, шейки валків обертаються в текстолітових підшипниках. Для змащення й охолодження шийок валків до текстолітових вкладишів підведена вода, а також виробляється подача густого мастила для запобігання шийок валків від корозії.

Установку верхнього валка роблять натискним пристроєм. Максимальна висота підйому верхнього валка 200 мм зі швидкістю 5,95 мм/с. Зрівноважування верхнього валка гідравлічне.

Кліть має станини відкритого типу, перевалка валків здійснюється касетою за допомогою крана. Настроювання валків виробляється безпосередньо в кліті.

На ділянці стану 1050/950 знаходяться наступні машини й агрегати поточкових технологічних ліній: зливковоз, рольганги, передатні шлеппери, маніпулятор з кантувачем, підпільні кантувачі, поворотний стіл, ножиці, роторні пилки гарячого різання, конвеєри для збирання обрізі.

Злитковоз складається з двох механізмів: механізму пересування і механізму перекидання люльки.

Швидкість пересування злитковоза до 5,86 м/с, швидкість підходу злитковоза до упора - 0,4 м/с. Час перекидання колиски 3,0- 3,5 с.

Прийомний рольганг - призначений для приймання злитків від злитковоза і подачі його до поворотного столу. Загальна довжина прийомного рольганга до поворотного столу 17400 мм.

Транспортний рольганг - призначений для транспортування злитків і розташований за поворотним столом.

На ділянці робітників клітей знаходиться рольганг, що підводить, що призначений для передачі злитків із транспортного рольганга на робітник і є початком робочого рольганга перед кліттю. Довжина рольганга, що підводить, 14960 мм.

Робочі рольганги і станинні ролики обтискної кліті розташовані з передньої і задньої сторін кліті і служать для задачі розкату (злитка) у валки і прийому їхній з валків. Передній робітник і задній робітники рольганги складаються кожний з 8 цільнокованих роликів із кроком 650 мм.

Станинні ролики (по 2 ролики з кожної сторони) розташовані безпосередньо в станинах кліті. Рольганг, що відводить - розташований за робочим рольгангом обтискної кліті служить для транспортування розкату до ножиців зусиллям 900 т. Рольганг перед заготовочною кліттю призначений для подачі розкату до заготовочної кліті. Неодружений рольганг розташований перед рольгангом за заготовочною кліттю і призначений для роботи при прокатці розкатів довше 15-16 м.

На шлепперному полі заготовочної лінії знаходиться здвоєний рольганг. Розподільний рольганг розташований у лінії заготовочної кліті за здвоєним рольгангом призначений для транспортування розкату на передатні шлеппери, що розташовані перед ножицями із зусиллям різі 1250 т. Розподільний рольганг складається з двох секцій, перша секція розташована перед шлепперним полем, друга - на шлепперному полі. Характеристика усіх вище перерахованих рольгангів приведена в таблиці 1.2. Рольганги (лівими і правий) перед ножицями з зусиллям різі 1250 т призначені для подачі розкатів до ножиців.

Рольганги мають груповий привід від електродвигунів через циліндричний редуктор і коробку циліндричних шестірень.

Технічна характеристика рольгангу:

1. Кількість роликів, шт.	- 3
2. Діаметр бочки ролика, мм	- 350
3. Довжина бочки ролика, мм	- 600
4. Шаг роликів, мм	- 700
5. Окружна швидкість роликів, м/с	- 3,7
6. Електродвигун приводу:	
тип	- ДП-42
потужність, кВт	- 21

частота, об/хв.

-660

Ролики рольгангів цільноковані, обертаються в підшипниках кочення.

Рольганг обладнаний плитним настилом.

Таблиця 1.2 – Характеристика рольгангів

Найменування	Довжина рольгангу, мм	Кількість роликів	Крок роликів, мм	Окружна швидкість, м/с	Розміри бочки роликів, мм		Тип двигуна	Потужність, кВт
					Діаметр	Довжина		
1.Рольганг прийомний	17400	30	600	1,52	320	1300	ДП-72	84
2.Рольганг підводячий	3600	4	1200	1-3,5	300	1300	ДП-72	84
3.Робочий рольганг перед станом	4800	8	650	1-3,5	350	1300	ДП-62	64
4.Робочий рольганг за станом	4800	8	650	1-3,5	350	1300	ДП-62	64
5.Виводячий рольганг	8400	8	1200	1-4	350	600	ДП-42	21
6.Здвоєний рольганг: лівий правий	15600	13	600	3,7	350	700	АР-73-12	3,5
	15600	13	600	5,22	350	1500	АР-73-10	5
7.Рольганг перед заготівельною кліттю	16040	15	1035 1100 1200	1-5,5	380	2400	ДП-32	12
8. Холостий рольганг	14400	13	1200	-	380	2400	-	-
9.Розподільний рольганг: лівий правий	23700	20	1200	5,22	350	600	АР-73-12	3,5
	37500	32	1200	3,71	350	600	АР73-10	5

Рольганг 1250-тонних ножиців установлений за ножицями з боку робочої кліті і призначений для скидання обрізі і проб у жолоб під рольгангом, а також використовується при порізці придатного металу довжиною менш 2,0 м.

Технічна характеристика

1. Кількість роликів, шт.	- 8
2. Діаметр бочки роликів, мм	- 350
3. Довжина бочки роликів, мм	- 660
4. Окружна швидкість роликів, м/с	- 3,71
5. Електродвигун приводу рольганга:	
тип	- ДП-62
потужність, кВт	- 64
частота, об/хв	- 625
6. Електродвигун пересування рольганга:	
тип	- МТМ-411-6
потужність, кВт	- 16
частота, об/хв	- 945
7. Хід пересування рольгангу, мм	- 500.

Рольганг має груповий привід через двоступінчасту циліндричну передачу на конічні шестірні трансмісії.

Ролики рольганга прохолоджуються водою.

Передатні шлеппери за ножицями зусиллям 900 т, призначені для передачі розкату після обрізі головної частини на лінію заготовочної кліті. Передатні шлеппери складаються із шести шлепперних доріжок зі шлепперними візками і сталевими канатами з кроком 2400 мм ($5 \times 2400 = 12000$ мм). Хід візків 8600 мм зі швидкістю 1,2 м/с. Шлеппери приводяться в рух від електродвигуна МТВ-611-10 (P=45 кВт, n=575 об/хв) через редуктор і загальний трансмісійний вал. Загальна довжина шлепперного поля 14000 мм.

Передатні шлеппери, розташовані перед ножицями зусиллям 1250 т, складаються з правих і лівих шлепперів, і призначені для передачі розкату на порізку з розподільного рольганга на праві або ліві 1250-тонні ножиці.

Ширина шлеперного полючи 35200 мм, крок шлеперів 2400 мм, кількість 14мм, довжина шлеперного полючи 33600 мм, хід візка - 10580 мм зі швидкістю 1,2 м/с. Привід здійснюється через трансмісійний вал і редуктор від електродвигуна перемінного струму (P=45 квт, n=575 об/хв). Відстань від шлеперного поля до осі заготовочної кліті - 65000 мм.

Поворотний стіл убудований у прийомний рольганг призначений для повороту злитків на 180° у горизонтальній площині і напрямку злитків у кліть донною частиною і розташований на відстані 39500 мм до стану. Поворотний стіл являє собою поворотну платформу діаметром 2900 мм і складається з 2-х механізмів: механізму повороту і рольганга. Час розвороту на 180° - 4,5 с.

Маніпулятор з кантувачем обтискної кліті. Маніпулятор призначений для напрямку розкату з калібру в калібр і виправлення розкату. Кантувач призначений для кантування на 90° злитків (розкату).

Технічна характеристика маніпулятора:

1. Тип привода лінійок	- електричний
2. Довжина лінійок, мм	- 5465
3. Максимальний робочий розмах, мм	- 2100
4. Максимальне зусилля правки, кН	- 400
5. Робочий хід лінійок:	
правих, мм	- 1800
лівих, мм	- 1950
6. Швидкість переміщення лінійок, м/с	- 0,6 – 1,2
7. Висота лінійок:	
правих, мм	- 730
лівих, мм	- 880
8. Тип кантувача	- крюковий з кривошипнорейковим приводом
9. Кількість кантуючих крюків, шт.	- 4
10. Вертикальний підйом кантуючих крюків, мм	- 860
11. Число підйомів крюка за хвилину	- 5

Підпільні кантувачі розташовані під піднімальними столами з передньої і задньої сторони заготовочної кліті і призначені для кантування розкату перед задачею в калібр на 45° або 90° , а також для переміщення розкату від одного калібру до іншого.

Для різання металу на ділянці стану застосовують ножиці зусиллям 900 і 1250 тонн, роторні пилки гарячого різання моделі PP2500.

Ножиці гарячого різання тиском 900 т з нижнім розрізом призначені для обрізки і порізки прибуткової частини злитка, а в разі потреби, при прокатці твердих марок стали - для обрізки донної розкуйовдженої частини перед прокаткою на заготовочної кліті. Також вони можуть бути використані для розкрою розкату на заготівлі. Ножиці розташовані в лінії обтискної кліті на відстані 19700 мм від осі стану. Привід ножиців від 2 електродвигунів через редуктор. Потужність кожного двигуна 280 кВт, швидкість обертання - 700/1400 про/хв. Кількість різів у хвилину - 11. Перетин, що максимально розрізається - квадрат 300 мм на першій швидкості.

Технічна характеристика ножів:

- | | |
|--|--------|
| 1. Розчин ножів, мм | - 385 |
| 2. Довжина ножів, мм | - 1000 |
| 3. Висота верхнього ножа над крайкою рольганга, мм | - 350 |

Ножиці 900 т обладнані скидачем обрізі з ножів, що приводиться в рух від електродвигуна ДП-31 ($P = 8,5$ кВт, $n = 870$ об/хв). Кількість ходів важеля скидача в хвилину 16. Максимальна маса шматка що скидається обрізі 270 кг.

Ножиці обладнані конвеєром скрапного типу для збирання обрізі. Скрапної конвеєр має довжину 38600 мм і рухається в тунелі зі швидкістю 0,107 м/с. На пластинчастих ланцюгах конвеєра закріплені шкребки в кількості 22 штук, на яких одночасно може знаходитися до 3,5 тонн обрізі. Конвеєр, рухаючи по похилій площині, виносить обрізь у спеціальний скрапної проліт і скидає неї через розвантажувальний жолоб у спеціальні коробки, що установлені на поворотному колі діаметром 4600 мм. Вантажопідйомність поворотного кола 40 т, швидкість переміщення 0,06 м/с.

Ножиці зусиллям 12,5 МН ліві і праві призначені для розрізування розкату на мірні довжини, відрізки проб, а також передніх і задніх кінців розкату.

Технічна характеристика:

1. Максимальне зусилля різання, МН	- 12,5
2. Перетин, що максимально розрізається, мм	- 220x220
3. Температура смуги, що розрізається, °С	- не менш 700
4. Максимальний просвіт між плитою притиску і краєм рольганга, мм	- 235
5. Хід ножів, мм	- 300
6. Довжина ножів, мм	- 600
7. Перекриття ножів, мм	- 15
8. Розміри перстину ножа, мм	- 80×240
9. Тип зрівноважування повзунів	- вантажний
10. Амортизатор нижнього повзуна	- пружинно-гідравлічний
11. Макс. тиск у циліндрах амортизатора, МПа	- не більш 150
12. Електродвигун приводу ножиців:	
кількість, шт	-2
тип	- П-21-55-9До
потужність, кВт	- 1600
14. Зрівноважування шпинделя	- вантажне
15. Діаметр шпинделя, мм	- 550
16. Діаметр голівки шпинделя, мм	- 1050.

Під час роботи ножиців ножі прохолоджуються водою, ножиці з передньої сторони (по ходу прокатки з задньої сторони) обладнані зіштовхувачем обрізі, що призначений для зіштовхування заднього кінця розкату (по ходу прокатки передній кінець) у жолоб системи збирання обрізі.

Ножиці обладнані шахтним пристроєм для добору проб. Кількість проб, що піднімаються, 1-2 шт. Конвеєр збирання обрізі від ножиців призначений для збирання обрізі в короби.

Технічна характеристика конвеєра для збирання обрізі:

1. Кількість обрізі, що транспортується за 1 годину, т	- 49
2. Маса транспортованої обрізі на горизонтальній ділянці, т	- 4,7
3. Швидкість пересування стрічки, м/с	- 0,105
4. Кількість шкребків, шт	- 27
5. Крок шкребків, мм	- 3000
6. Максимальна маса обрізка, кг	- 200
7. Електродвигун приводу конвеєра:	
тип	- МТ-
52-8	
частота, об/хв	- 715
потужність, кВт	- 30

На валові ведучих зірочок установлений барабан, що обертаючи, передає обрізь з похилої частини конвеєра на розвантажувальний жолоб. Натяг ланцюгів регулюється вузлом натяжних зірочок.

Роторні пилки гарячого різання моделі PP2500 призначені для різання в гарячому стані квадратних і круглих заготовель з углеродистих і легованих сталей, вони розташовані за розподільним рольгангом.

Технічна характеристика роторної пилки моделі PP250:

1. Кількість установок, шт	- 2
2. Габарити установки:	
довжина, мм	- 10270
ширина, мм	- 6355
висота, мм	- 4950
3. Зовнішній діаметр диска, мм	- 2080
4. Товщина диска, мм	- 10
5. Швидкість подачі диска на різ, м/с	- 0,5 - 2
6. Швидкість різання (окружна швидкість диска), м/с	- 80 - 120
7. Максимальна площа перетину, що розрізається, мм ²	- 100000
8. Максимальний перетин, що розрізається, мм×мм	- 360×360

9. Мінімальна температура заготовок, що розрізається, для перетинів: від квадрата 80 мм до кола 270 мм	- 800 °С;
від кола 270 мм до кола 360 мм	-980 °С.

В основу роботи пилки покладений принцип кругового переміщення водилом швидко обертового пильного диска в площині, перпендикулярній осі прокату.

Розрізані на потрібні довжини заготовлі і сортовий прокат маркіруються, скидаються в кишені. З кишень за допомогою кранів метал передається, у залежності від технології і вимог замовлення, у ями уповільненого охолодження, на площадки або вантажиться у вагони.

Колодязі охолодження на ділянці стану розташовані в двох прольотах.

У прольоті, розташованому перпендикулярно лінії стану знаходяться 18 колодязів для охолодження заготовочного прокату і 19 колодязів для охолодження сортового прокату.

Розміри робочого простору колодязів:

для заготовлі, мм	- 5000×5000×2000
для сортового прокату, мм	- 7000×2500×2000.

1.4 Вузькі місця прокатного цеху

До "вузьких місць" прокатного цеху відносяться:

- 1) часті виходи з ладу колодцевих кліщових кранів, через швидке зношування кліщів;
- 2) недостатня продуктивність зливковозу. Він рухається уздовж фронту всіх нагрівальних колодязів зі швидкістю до 5,86 м/с і не забезпечує максимальну годинну продуктивність стану;
- 3) швидке зношування бронзових гайок натискних гвинтів;
- 4) швидке зношування роликів прийомного, транспортного і робітника рольгангів через транспортування злитків масою 7,4 т, що більше паспортної;

5) прокатка на стані злитків масою 6,7 і 7,4 т, у той час як максимально припустима маса злитка, що прокочується, не повинна перевищувати на 4,5 т;

6) низька продуктивністю засобів для збирання обрізі від роторних пилок у скраповий проліт.

7) ще одним з “вузьких місць” цеху є ножиці з паралельними ножами 1250 т. Причиною частих поточних ремонтів є збільшення, за останні роки продуктивності, тому на механізми зросло навантаження. Як наслідок надійність роботи механізмів різко знизилася.

Заходи щодо усунення даної проблеми можуть зводитися до наступних дій:

- знайти необхідні інженерні рішення по модернізації діючого механізму;
- вивчити інші типи механізмів, які могли б повністю виконувати ті ж функції, але більше надійні в експлуатації (знайти альтернативний варіант).

Рішення питань по поліпшенню роботи ножиць, внаслідок їх модернізації, викладено в спеціальній частині дипломного проекту..

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Огляд й аналіз конструкцій ножиць

Для різання прокачаного металу застосовуються наступні типи ножиць:

1. Ножиці з паралельними ножами застосовуються головним чином для гарячого різання заготовок і профілів квадратного й прямокутного перетинів перед прокаткою або після прокатки; такі ножиці застосовуються також для холодного різання дрібних профілів.

2. Ножиці з похилими ножами (вірніше, з одним похилим ножем) застосовуються для холодного й гарячого різання листів, штаб, штрипсів і т.д., тобто широких профілів, що мають прямокутний перетин. Іноді ці ножиці застосовуються для різання сортового металу пачками (тобто при розташуванні поруч декількох штаб).

3. Дискові ножиці застосовуються для обрізки крайок в листах і штаби й для різання широкої штаби уздовж на вузькі стрічки.

4. Летучі ножиці застосовуються для різання, що рухається після прокатки металу (різання на ходу) і встановлюються на безперервних заготовочних сортових і листових станах.

2.2 Ножиці поперечного різання з паралельними ножами

2.2.1 Вибір основних параметрів ножиць

Для поперечного різання гарячого металу квадратного й прямокутного перетинів після прокатки його на блюмінгах, слябінгах, заготовочних і сортових станах застосовуються ножиці з паралельними ножами. Конструкція цих ножиць виконана так, що в процесі різання площина, у якій рухається ніж, не змінюється й метал не має поздовжнього переміщення. Метал, що надходить від станів до ножиць, звичайно має температуру 800–1000⁰С. При виборі типу й

характеристики ножиць треба враховувати їхнє призначення, щоб правильно визначити максимальне зусилля різання.

Основними параметрами ножиць є: максимальне зусилля різання P ; хід ножів H ; довжина ножів L і число ходів у хвилину.

Розміри перетинів, що допускаються для різання на ножицях даного типу, визначаються їхнім призначенням і максимальним зусиллям різання. Хід ножів вибирається з урахуванням можливості безперешкодного проходу металу максимального перетину під лапою механічного притиску. Довжина ножів приймається рівною:

- для невеликих ножиць – 3–4–кратній максимальній ширині штаби, виходячи з умови можливості різання на них заготовель більше дрібних перстинів, покладених у кілька рядів;
- для середніх і великих ножиць, застосовуваних на блюмінгах, 2–2,5 – кратній ширині блюма найбільшого перетину;
- для ножиць слябінгів – на 100–200 мм більше максимальної ширини слябів.

Поперечний переріз ножів звичайно приймається зі співвідношення $\frac{h}{\delta} = 2,5 \div 3$, де h – висота, а δ – товщина ножів.

Для вибору типу й розміру ножиць необхідно визначити максимальне зусилля різання по формулі:

$$P = \kappa_1 \tau F = \kappa_1 \kappa_2 \sigma_b F \cong 0,8 \sigma_b F \quad \text{Н}, \quad (2.1)$$

де κ_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення зусилля різання при затупленні ножів і збільшенні зазору між ними;

κ_2 – коефіцієнт переходу від опору металу різанню до переділу міцності. На підставі експериментальних даних рекомендується приймати: $\kappa_1 = 1,3$ й $\kappa_2 = 0,6 \div 0,7$;

F – площа поперечного переріза розріже заготовки, що, у м^2 ; $F = 0,0324 \text{ м}^2$ ($180 \times 180 \text{ мм}$);

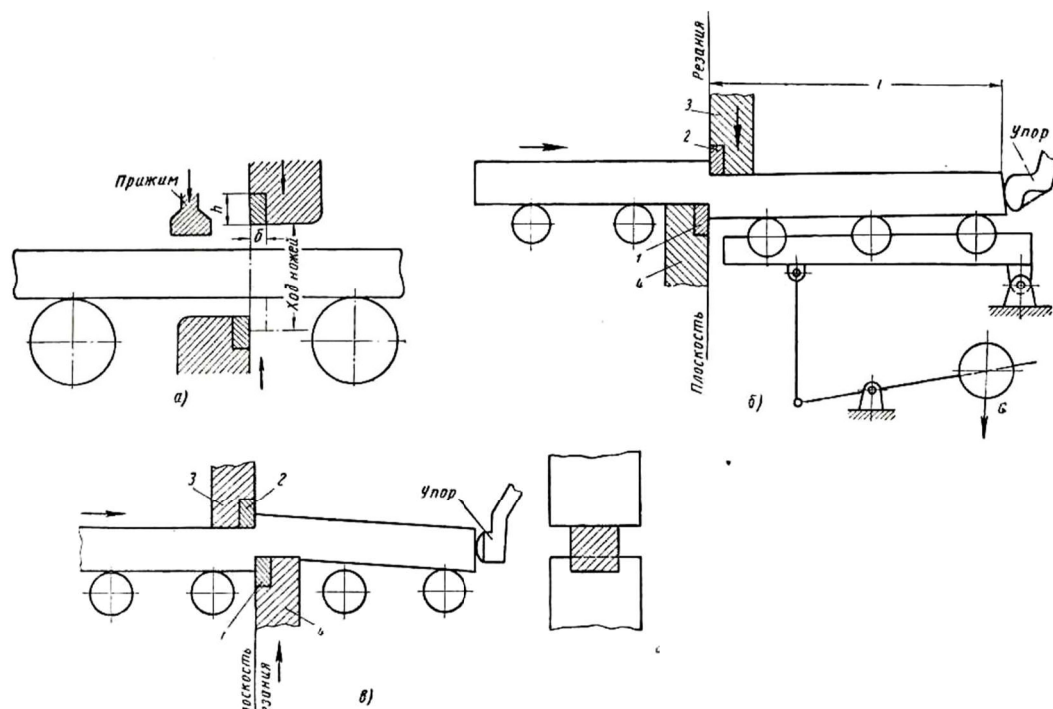
σ_b – межа міцності металу на розтягання, що відповідає температурі різання, у МПа, для легованої сталі марки 30ХГСА межа міцності при температурі 900⁰С становить $\sigma_b=480$ МПа.

Підставивши значення у вираження (2.1) , одержимо максимальне зусилля різання

$$P = 0,8 \cdot 480 \cdot 0,0324 = 12,5 \text{ МН}$$

2.2.2 Типи й конструкції ножиць

По конструкції ножиці поперечного різання з паралельними ножами можна розділити на дві великі групи: а) ножиці з верхнім різом і б) ножиці з нижнім різом (рис. 2.1).



а – загальна схема; б – схема різання на ножицях з верхнім різом; в – схема різання на ножицях з нижнім різом; 1, 2 – ніж; 3 – верхній супорт; 4 – нижній супорт

Рисунок 2.1- Схема різання металу на ножицях з паралельними ножами:

Ножиці з верхнім різом мають просту конструкцію й набули широкого застосування в прокатних цехах.

Принцип роботи цих ножиць полягає в наступному: нижній ніж установлений нерухомо в станині ножиць; верхній ніж, укріплений у супорті за допомогою гідравлічного або кривошипного привода, рухається вниз і розрізає метал.

Однак слід зазначити, що ножиці цього типу мають два істотних недоліки: 1) після різання на нижній грані сляба або блюма утворюється задир, що заважає подальшому просуванню металу по рольгангу й псує його поверхню; 2) для запобігання вигину заготовки при різанні й тиску на перші ролики рольганга необхідно встановлювати хитний стіл за ножицями, що ускладнює конструкцію всієї установки.

Ножиці з нижнім різом не мають зазначених вище недоліків і за останнім часом одержують все більше застосування.

Схема роботи цих ножиць полягає в наступному: нижній ніж змонтований на супорті, що має можливість підніматися нагору від кривошипного або гідравлічного привода; верхній ніж установлений у супорті, що також має можливість переміщатися по вертикалі.

Перед початком різання ножі розкриті й метал проходить між ними по рольгангу; супорт нижнього ножа при цьому перебуває нижче поверхні роликів рольганга й не заважає руху металу. Потім опускається супорт верхнього ножа до зіткнення з металом; подальше просування верхнього супорта припиняється й починає рухатися супорт нижнього ножа. Кінець відрізаємої заготовки піднімається при цьому нагору, залишаючись на нижньому супорті, і опускається на рольганг разом з опусканням нижнього супорта.

Конструкція ножиць з нижнім різом, виключає перераховані вище недоліки. Це дозволяє поліпшити якість отриманих після різання заготовок і зменшує число ремонтів устаткування.

Ще одним з достоїнств даної конструкції ножиць є те, що вони можуть працювати по круговому й хитному режиму. Це дозволяє різати як заготовки великого перетину, так і відносно тонкі заготовки.

Виходячи з перерахованих вище міркувань, найбільш оптимальною для різання блюмів і слябів є конструкція ножиць з паралельними ножами з нижнім різом.

2.2.3 Будова і технічна характеристика ножиць

Ножиці 12,50 МН (рис.2.2) призначені для розрізування розкату на мірні довжини, відрізки проб і передніх і задніх кінців розкатів. Розрізаємі перетини: 180×180мм до 105×105мм. Мінімальна температура порізу $t=700$ °С. На ножицях розрізаються розкати з $\sigma_{вр}$ при $t=700$ °С не вище 500 МПа.

Ножиці складаються з наступних основних механізмів:

- а) ножиці;
- б) привод ножиць;
- в) шпindel з рівноважуванням.

Технічна характеристика ножиць та шпинделів:

1 Максимальне зусилля різання, кН	12500
2 Максимальний розрізаємий перетин, мм	180×180
3 Хід ножів, мм	300
4 Перекриття ножів, мм	15
5 Довжина ножів, мм	600
6. Максимальний просвіт між плитою притиску й крайкою роликів рольганга, мм	235
7 Число різів у хвилину	до 12
8 Розміри перетину ножа, мм	80×240
9 Максимальний розрахунковий момент передаваний тихохідним валом редуктора привода ножиць, кН м	2600
10 Тип зрівноважування вузла повзунів	вантажне

11 Амортизатор нижнього повзуна	пружинно–гідравлічний
12 Діаметр циліндра гідроамортизатора, мм	200
13 Максимальний тиск у циліндрах амортизатора, атм	до 150
14 Початок різання (у кутах повороту ексцентрикового вала) для перетинів:	
180×180 мм	– 70 ⁰
150×150 мм	– 82 ⁰
125×125 мм	– 92 ⁰
105×105 мм	– 100 ⁰
кінець різання	– 180 ⁰
15 Зусилля різання й число різів по перетинах:	
100×100 мм	– 4500 кН – 12 різів у хвилину
120×120 мм	– 550 кН – 12 різів у хвилину
140×140 мм	– 7500 кН – 9 різів у хвилину
150×150 мм	– 9000 кН – 9 різів у хвилину
160×160 мм	– 10000 кН – 9 різів у хвилину
170×170 мм	– 11000 кН – 9 різів у хвилину
180×180 мм	– 12500 кН – 9 різів у хвилину
16 Діаметр шпинделя, мм	550
17 Діаметр головки шпинделя, мм	1050
18 Довжина шпинделя по осях шарнірів, мм	3000
19 Зрівноважування шпинделя	вантажне
20 Електродвигуни привода ножиць N=1600; n=100/330об/хв	П 21–55–9к;
21 Передаточне число редуктора привода	i=4
22 Міжцентрова відстань редуктора привода ножиць ЦО–220, мм	A=2200
23 Відстань між осями електродвигунів привода, мм	4400

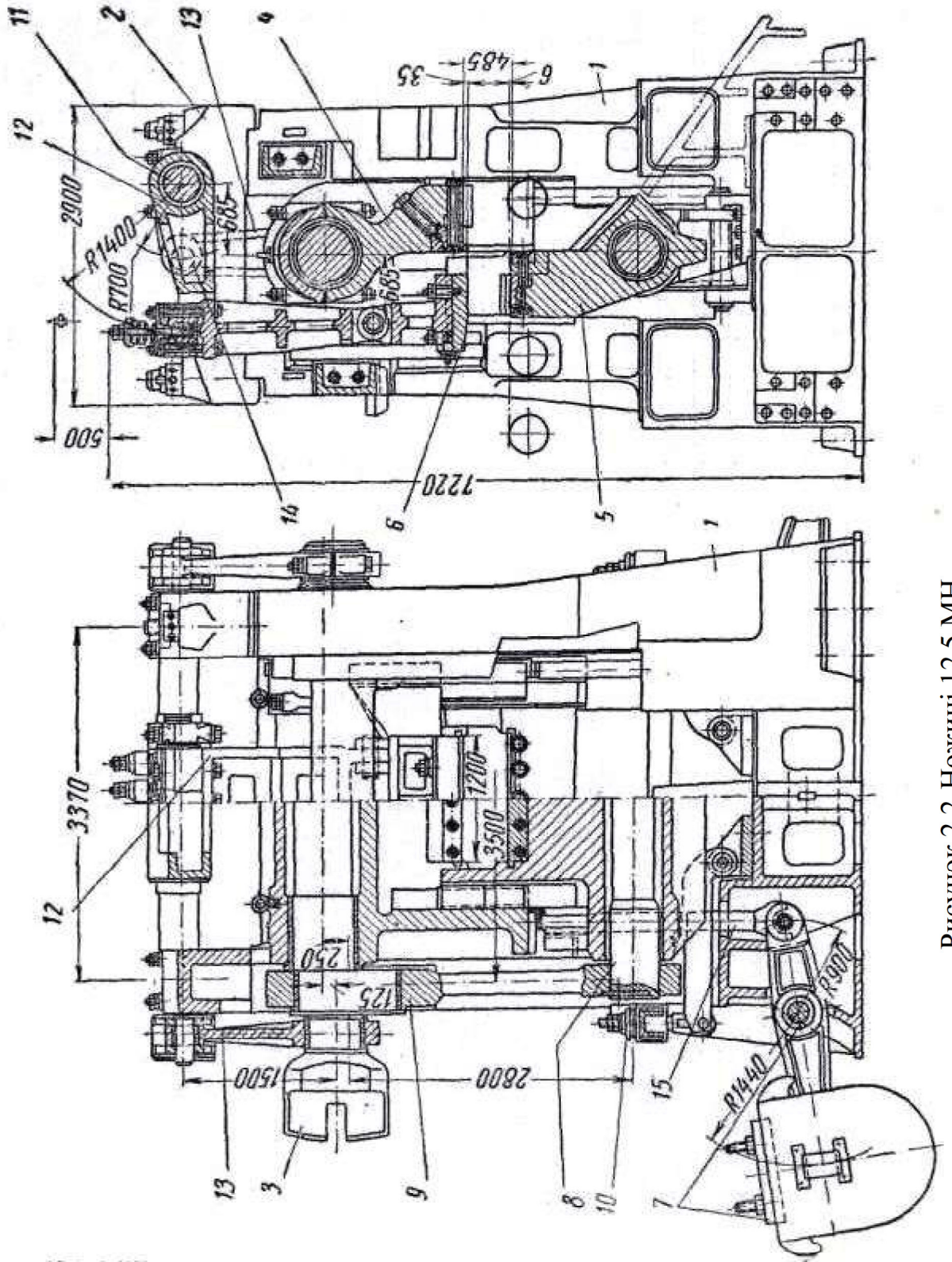


Рисунок 2.2-Ножиці 12,5 МН

Привод ножиць здійснюється від двох електродвигунів, через циліндричний редуктор й універсальний шпindel, що з'єднаний з ексцентриковим валом ножиць. Ножиці складаються з наступних основних елементів (рис.2.2 і рис.2.3): станини 1, кришки 2, верхнього приводного “плаваючого” ексцентрикового вала 3, верхнього супорта 4, нижнього супорта 5, притиску 6, контргрузів для зрівноважування верхнього супорта 7, нижнього вала 8, поздовжніх тяг 9 й амортизатора 10.

Вал 3 має два ексцентрики по кінцях для зближення між собою супортів тягами 9. Ексцентриковий вал обертається в підшипниках, установлених у верхньому супорті, і на одному кінці має лопатку для з'єднання з універсальним шпindelом привода ножиць. Вал 8 нижнього супорта з'єднується з ексцентриковим валом 3 за допомогою двох тяг 9.

На верхньому й нижньому супортах закріплені ножі із чотирма ріжучими гранями, використовуваними при затупленні ножів й їхній перестановці. Вал притиску 11 установлений на двох підшипниках нагорі станини. На валу на шпонці закріплений важіль 12 на кінці, якого підвішена тяга притиску 6. Привод вала 11 притиску здійснюється тягою 13 і важелем 14. Обидва супорти переміщуються нагору й униз точно по вертикалі; верхній супорт рухається по вертикальним напрямних у станині, нижній супорт рухається по напрямним, наявним усередині верхнього супорта. Для поглинання удару при опусканні притиску на метал і нижній супорт у своє вихідне положення під нижнім супортом установлений важільно–пружинний амортизатор. Верхній супорт урівноважується штангами 15, з'єднаними з контргрузами.

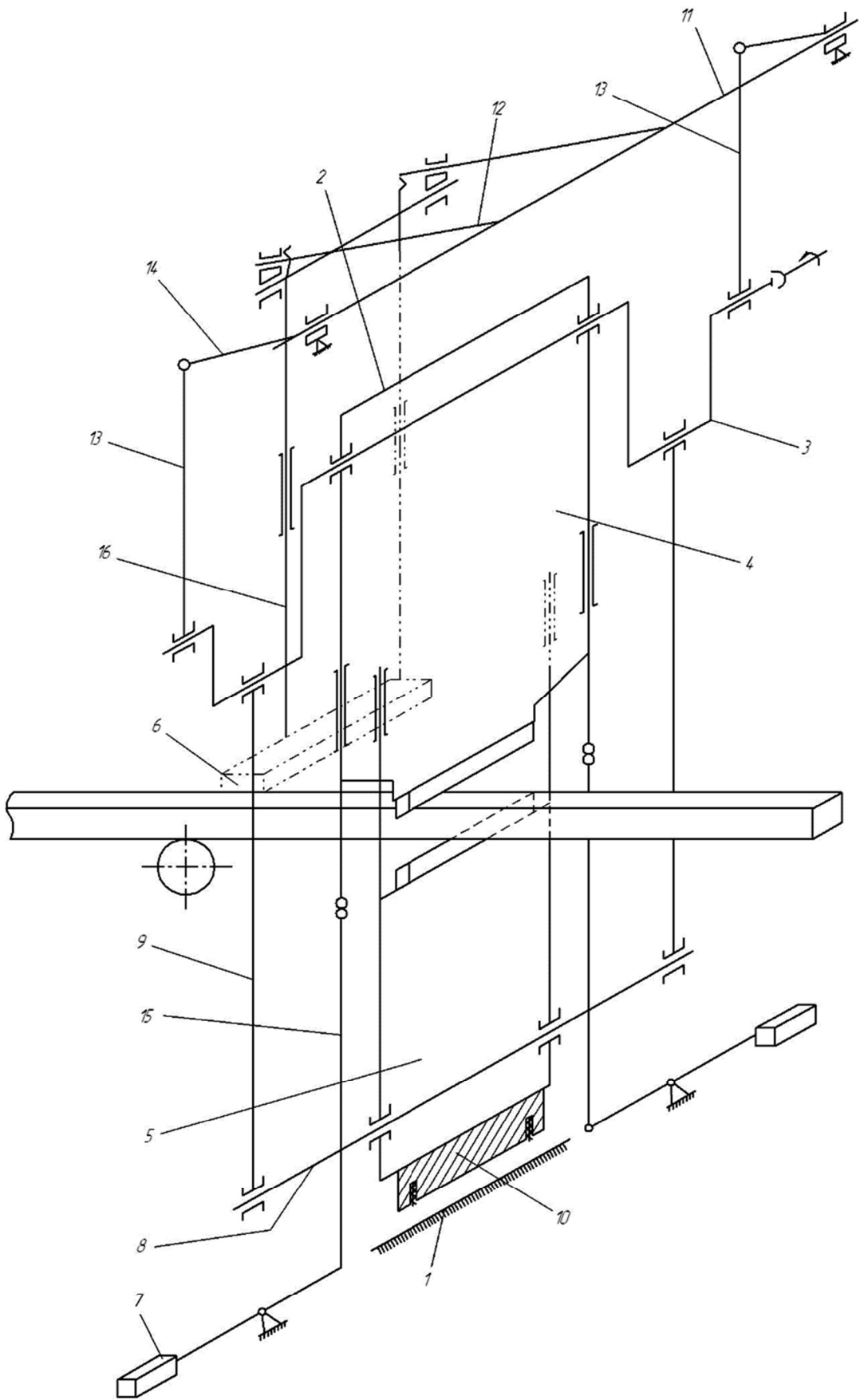


Рисунок 2.3– Кінематична схема ножиць 12,5 МН (позиції приведено в тексті)

При обертанні ексцентрикового вала 3 спочатку буде йти вниз верхній супорт 4 і притиск 6 упреться в розрізаємий метал, притискаючи його до ролика рольганга. Подальший рух притиску припиняється, і при обертанні вала 3 буде відбуватися зближення ножів доти, поки нижній ніж 5 не торкнеться металу, і не пригорне його до притиску 6 (рис.2.3). У цей момент рух верхнього ножа 4 припиняється, а нижній ніж буде йти нагору, змушуючи рухатися нагору також і притиск.

Під час роботи ножиць ножі прохолоджуються водою. Між повзунами й ножами поставлені траверзи щоб уникнути зношування повзунів.

Зрівноважування вузла повзунів – вантажне.

В зв'язку з тим що вузол повзунів повністю не врівноважений, то при опусканні нижнього повзуна на станини виникає значне ударне навантаження. Для зм'якшення дії цього навантаження на станини передбачені пружинні амортизатори.

У вихідному положенні ножі ножиць розкриті. Ріжуча крайка нижнього ножа перебуває на 5 мм нижче крайки ролика рольганга.

Обертання починається навколо осі ексцентриків: $\varnothing 950$ мм, при цьому ексцентриковий вал рухається з верхнім повзуном униз, ексцентрики $\varnothing 550$ мм привода притиску рухаються теж униз, але з половиною швидкістю за рахунок різниці в ексцентриситетах (150 мм й 75 мм). Притиск рухається вниз зі швидкістю рівної швидкості верхнього повзуна, також за рахунок половинної різниці в довжинах плечей двуплічного привода перемищення притиску.

Притиск дійшов до розкату, пригорнув його до роликів, і зупинився.

При продовженні обертання шпинделя вісь повороту ексцентрикового вала переміститься з осі більших ексцентриків $\varnothing 950$ мм на вісь менших ексцентриків $\varnothing 550$ мм. У зв'язку із цим верхній повзун, за рахунок різниці в ексцентриситетах, буде опускатися зі швидкістю у два рази меншої колишньої швидкості й з такою же швидкістю почне підніматися нижній повзун. Зустрічний рух повзунів триває доти, поки нижній ніж дійде до розрізаємого металу.

Нижній ніж здійснюється до металу. З моменту, коли метал затиснутий між притиском і нижнім повзуном верхній повзун зупиняється, і центр обертання ексцентрикового вала переходить із осей менших ексцентриків $\varnothing 550$ мм на вісь власне ексцентрикового вала. Осі більших ексцентриків $\varnothing 950$ мм починають рухатися нагору з подвоєною швидкістю в порівнянні з попереднім положенням системи. Із цією же швидкістю буде підніматися нижній повзун разом з розрізаємим металом, і притиском, що перебуває на ньому. Відбувається підйом розрізаємого металу над рольгангом до зіткнення з нерухомим верхнім повзуном.

Починається різ. При подальшому підйомі нижнього ножа й притиску відбувається розрізування металу. Обертання ексцентрикового вала триває навколо його осі, різ кінчається. Відрізана мірна заготовка віддаляється від ножиць рольгангом, що відсувається. При подальшому обертанні шпинделя притиск із металом, затиснутим між притиском і нижнім повзуном, опускається вниз і рух повзунів і притиску повторюється у зворотній послідовності. Зупинка привода відбувається після повороту ексцентрикового вала на 360° .

Сполучний шпиндель універсального типу.

Шарнірне зчленування головок шпинделя й конструкція його підвіски забезпечує можливість повороту шпинделя у двох взаємоперпендикулярних площинах. Змащення тертьових поверхонь сухарів головок шпинделя густе централізоване.

Шпиндель обертається в підшипнику, що має бронзові вкладиші. Зрівноважування шпинделя вантажне.

Привод ножиць 1250 тиявляє собою циліндричний редуктор, що має 2 вихідних кінці для приєднання до електродвигунів привода ножиць. На тихохідний вал редуктора насаджена лопатка шпинделя ножиць. До одному з кінців швидкохідного вала редуктора приєднується пристрій для фіксації механізму різання в різних положеннях, що потрібно при виробництві ремонтно–профілактичних робіт. Пристрій для фіксації підключається до редуктора за допомогою розчіпної муфти.

Технічна характеристика привода:

1 Міжцентрова відстань, мм	– $A=2200$
2 Загальне передатне редуктори	– $i=4$
3 Число зубів	– $z_1/z_2=44/176$
4 Модуль нормальний,	– $m_n=18$
5 Кут нахилу зуба	– $25^{\circ} 50' 30''$
6 Кут зачеплення	– $\alpha_0=20^{\circ}$
7 Максимальний крутний момент на тихохідному валу, кН м	– 2600
8 Міжцентрова відстань редуктора, мм	– $A=900$
9 Максимальний крутний момент на тихохідному валу, кН м	– 75
10 Гальмо	– ТКП–800

Редуктор привода ножиць має масивний литий корпус, установлюваний на фундамент.

Вали–шестірні косі, установлені на підшипниках кочення, зубчасте колесо з литим центром і косим бандажем зубчастого вінця встановлено в підшипниках ковзання з бабітовим заливанням.

2.3 Опис проекту модернізації ножиць

Ножиці 12,5 МН установлені на блюмінгу 1050 є одним з вузьких місць прокатного цеху. Недоліки в роботі ножиць пов'язані із частими ремонтами механізмів різання, притиску й шпинделя. Це пов'язане з тим, що не дуже давно була зроблена реконструкція блюмінга. Внаслідок реконструкції була збільшена площа поперечного переріза блюмів, що прокочують.

Модернізація ножиць з паралельними ножами полягає в заміні вантажного зрівноважування універсального шпинделя привода ножиць на пружинне.

Недоліки вантажного зрівноважування полягають у значних махових моментах, що виникають при переміщенні контргрузів, що приводить до динамічного навантаження на елементи фундаменту, шпинделя, а також підшипники ножиць.

Пружинне зрівноважування дозволяє виключити дані недоліки.

Використовуючи приклади вже існуючих конструкцій пружинного зрівноважування, була обрана оптимальна конструкція, що відповідає необхідним вимогам.

2.4 Розрахунки елементів ножиць 12,5 МН

2.4.1 Розрахунок параметрів привода ножиць 12,5 МН з паралельними ножами

Визначимо моменти, діючі на ножиці. Статичний момент на валу електродвигуна буде дорівнювати:

$$M_{ст.} = M_{різ} + M_{тр}, \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.2)$$

де $M_{ст.}$ – повний статичний момент, кН м;

$M_{опр}$ – статичний момент різання, кН·м.

$M_{тр}$ – момент від сил тертя в підшипнику, кН·м

$$M_{різ} = P \cdot a, \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.3)$$

де P – зусилля різання, $P=12500$ кН;

a – плече прикладення сили P , $a=0,2$ м;

$$M_{різ} = 12500 \cdot 0,2 = 2500 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$M_{тр} = P \cdot \mu \cdot 0,5 \cdot d_{ц}, \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.4)$$

де $d_{ц}$ – діаметр цапф, $d_{ц} = 0,95$ м;

μ – коефіцієнт тертя (для підшипників ковзання $\mu = 0,05$).

$$M_{TP} = 12500 \cdot 0,05 \cdot 0,5 \cdot 0,95 = 296,8 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

$$M_{ст.} = 2500 + 296,8 = 2796,8 \text{ кН м.}$$

Виходячи із $M_{ст.} = 2796,8 \text{ кН}\cdot\text{м}$, попередньо потужність двигуна буде дорівнювати:

$$N_{дв} = \frac{M_{ст.} \cdot \omega_n}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (2.5)$$

де $M_{ст.}$ – максимальний статичний момент, $M_{ст.} = 2796,8 \text{ кН м}$;

$\eta = 0,93$ – ККД привода.

ω_n – кутова швидкість ножиць, с^{-1}

$$\omega_i = \frac{\pi \cdot n}{30}, \text{ с}^{-1}$$

де n – частота обертання, хв^{-1} .

$$\omega_i = \frac{3,14 \cdot 20}{30} = 2,09 \text{ с}^{-1}.$$

$$N_{дв} = \frac{2796,8 \cdot 2,09}{1000 \cdot 0,93} = 6285 \text{ Вт}$$

Для привода ножиць попередньо вибираємо підходящий електродвигун. З метою зменшення інерції привода (махового моменту якоря) приймаємо два електродвигуни постійного струму типу П 21–55–9к з наступними параметрами: $N_{дв} = 1600 \text{ кВт}$, $n_{ном} = 80/330 \text{ хв}^{-1}$, $GD^2 = 420 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

Кутова швидкість двигуна:

$$\omega_{дв} = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30}, \text{ с}^{-1} \quad (2.6)$$

де $n_{дв}$ – номінальна частота обертання двигуна, хв^{-1} ;

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{3,14 \cdot 80}{30} = 8,3 \text{ с}^{-1}.$$

Тоді номінальний момент електродвигуна дорівнює:

$$M_H = 1000 \cdot \frac{N}{\omega_{\text{дв}}}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.7)$$

$$M_H = 2 \cdot 1000 \cdot \frac{1600}{8,3} = 385640 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Електродвигуни спеціального металургійного виконання допускають короткочасне трикратне перевантаження по потужності й моменту при номінальній швидкості.

$$N_{\text{дв. max}} = 2 \cdot 3 \cdot 1600 = 9600 \text{ кВт},$$

$$M_{\text{max}} = 3 \cdot 385640 = 1156 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Передаточне число редуктора буде дорівнювати:

$$u_{\text{ред}} = \frac{\omega_{\text{дв}}}{\omega_n} \quad (2.8)$$

$$u_{\text{дв}} = \frac{8,3}{2,09} = 4$$

Вибираємо редуктор Ц0–220, у якого $u=4$, $\eta=0,95$.

Динамічні моменти, що виникають під час розгону й гальмування, визначаються по формулі:

$$\dot{I}_{\text{дв}} = \dot{I}_{\text{дв}} = \frac{GD_{\text{дв}}^2 \cdot n}{375 \cdot t_p} = \frac{GD_{\text{дв}}^2 \cdot \omega}{4 \cdot g \cdot t_p}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.9)$$

де t_p – час розгону, $t_p=0,38$ з;

Ω – кутова швидкість ножиць, $\Omega=2,09 \text{ з}^{-1}$;

$GD^2_{\text{ін}}$ – наведений до вала ножиць маховий момент:

$$GD_{np} = \frac{365 \cdot G_{\text{э}} \cdot v_{\text{э}}^2}{n_{\text{де}}^2} + \frac{365 \cdot G_{\text{шп}} \cdot v_{\text{шп}}^2}{n_{\text{де}}^2} + 2 \cdot \frac{365 \cdot G_{\text{ш}} \cdot v_{\text{ш}}^2}{n_{\text{де}}^2} + \frac{365 \cdot G_{\text{п1}} \cdot v_{\text{п1}}^2}{n_{\text{де}}^2} + \frac{365 \cdot G_{\text{п2}} \cdot v_{\text{п2}}^2}{n_{\text{де}}^2} + (\delta_{\text{р}}GD_{\text{я}}^2 + 2 \cdot \delta_{\text{м}}GD_{\text{я}}^2 + 2 \cdot GD_{\text{я}}^2 + \delta_{\text{т}}GD_{\text{я}}^2) \cdot u_{\text{ред}} \quad (2.10)$$

де $V_{\dot{y}}, V_{\dot{\sigma 1}}, V_{\dot{\sigma}}, V_{\dot{i 1}}, V_{\dot{i 2}}$ – відповідно швидкості пересування ексцентрикового вала, шпинделя, повзунів, верхнього й нижнього шатунів;

$\delta_{\text{м}}, \delta_{\text{р}}, \delta_{\text{т}}$ – відповідно коефіцієнти приведення, що враховують махові моменти мас муфт, редуктора й гальма;

$GD_{\text{я}}^2$ – маховий момент якоря електродвигуна, Нм^2 ;

$G_{\text{э}}, G_{\text{шп}}, G_{\text{ш}}, G_{\text{п1}}, G_{\text{п2}}$ – відповідно вага ексцентрикового вала, шпинделя, повзунів, верхнього й нижнього шатунів;

u – передаточне число редуктора, $u=4$.

Тоді наведений маховий момент буде дорівнювати:

$$GD_{np} = \frac{365 \cdot 137 \cdot 0,8^2}{80^2} + \frac{365 \cdot 237,18 \cdot 0,8^2}{80^2} + 2 \cdot \frac{365 \cdot 365 \cdot 0,4^2}{80^2} + \frac{365 \cdot 185 \cdot 0,4^2}{80^2} + \frac{365 \cdot 120 \cdot 0,4^2}{80^2} + (2 \cdot 420 + 1,3 \cdot 110 + 2 \cdot 0,45 \cdot 85 + 0,45 \cdot 70) \cdot 4 = 25324 \text{ кг/м}^2.$$

Динамічний момент буде дорівнювати:

$$\dot{I}_{\ddot{a}(\delta)} = \dot{I}_{\ddot{a}(\dot{\sigma})} = \frac{25324 \cdot 2,09}{4 \cdot 9,8 \cdot 0,38} = 3553 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Графічна залежність $M_{\delta} = f(t)$ (нагрузочна діаграма) показана на рисунку 2.4

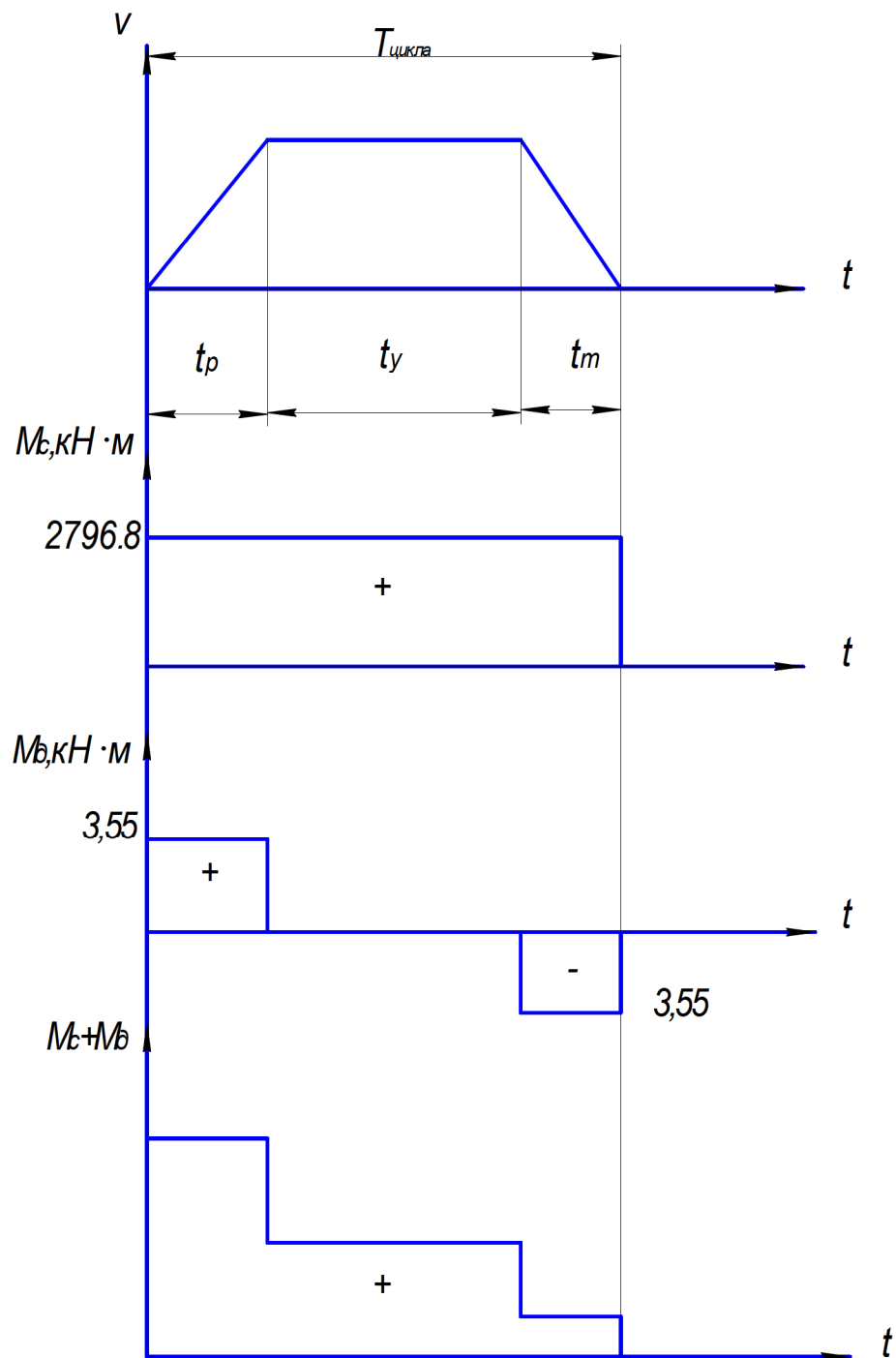


Рисунок 2.4 – Графік залежності $M_{ст}=f(t)$, $M_{\partial} = f(t)$, $M_{ст}+M_{д}=f(t)$.

Визначаємо сумарний момент:

$$M_{\Sigma}^{(\ddot{e}+\dot{n})} = \dot{I}_{\dot{n}0} + \dot{I}_{a} . \quad (2.11)$$

$$M_{\Sigma}^{(\ddot{e}+\dot{n})} = 2796,8 + 3,55 = 2800,35 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Еквівалентний момент

$$M_{\text{yêà}} = \sqrt{\frac{\dot{I}_{\text{ò}}^2 \cdot t_{\text{ò}} + \dot{I}_{\text{òò}}^2 \cdot t'_{\text{òò}} + \dot{I}_{\text{ââ.max}}^2 \cdot t_{\text{ò}} + \dot{I}_{\text{òò}}^2 \cdot t''_{\text{òò}} + \dot{I}_{\text{ò}}^2 \cdot t_{\text{ò}}}{t_{\text{òèèèèà}}}}, \text{ кН} \cdot \text{ м} \quad (2.12)$$

де M_{xx} – момент холостого ходу, кН·м.

$t_{\text{р}}$ – час розгону, с;

t_{y} – час сталого режиму, с;

t_{r} – час гальмування, с;

t'_{xx} – час після закінчення розгону й до початку різання, с;

t''_{xx} – час від моменту закінчення різання до моменту початку гальмування, с.

Момент холостого ходу дорівнює

$$\dot{I}_{\text{òò}} = 0,1 \cdot \dot{I}_{\text{ì}}, \quad (2.13)$$

$$\dot{I}_{\text{òò}} = 0,1 \cdot 385,64 = 38,564 \text{ кН} \cdot \text{ м}$$

У такий спосіб

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{38564^2 \cdot 0,83 + 385^2 \cdot 0,1 + 11156^2 \cdot 0,38 + 385^2 \cdot 0,72 + 38564^2 \cdot 0,38}{6}} = 3081 \text{ кН} \cdot \text{ м}$$

Виходячи з $M_{\text{екв}}$ і рівняння, потужність двигуна буде дорівнювати:

$$N_{\text{ââ}} = \frac{\dot{I}_{\text{y}} \cdot \omega_{\text{ì}}}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (2.14)$$

де $M_{\text{екв}}$ – еквівалентний момент, Н;

$$N = \frac{308100 \cdot 2,09}{1000 \cdot 0,93} = 692,3 \text{ кВт.}$$

Остаточно вибираємо два електродвигуни П21–55–9к з наступними параметрами: $N_{\text{дв}}=1600$ кВт, $n_{\text{ном}}=80$ хв⁻¹, $n_{\text{мах}}=330$ хв⁻¹.

Редуктор ЦО–220 з наступними параметрами: $u=4$; $\eta=0,96$.

Кутову швидкість двигуна, визначаємо по формулі, с⁻¹:

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{3,14 \cdot 80}{30} = 8,3$$

Тоді номінальний момент електродвигуна дорівнює, Нм:

$$M_{\text{н}} = 2 \cdot 1000 \cdot \frac{1600}{8,3} = 385640 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Коефіцієнт перевантаження двигуна при найбільшому моменті:

$$\lambda = \frac{\dot{I}_{\text{іао}}}{\dot{I}_{\text{і}} \cdot u \cdot \eta} \leq [\lambda] \quad (2.15)$$

де $M_{\text{мах}}$ – максимальний момент;

u – передаточне число редуктора;

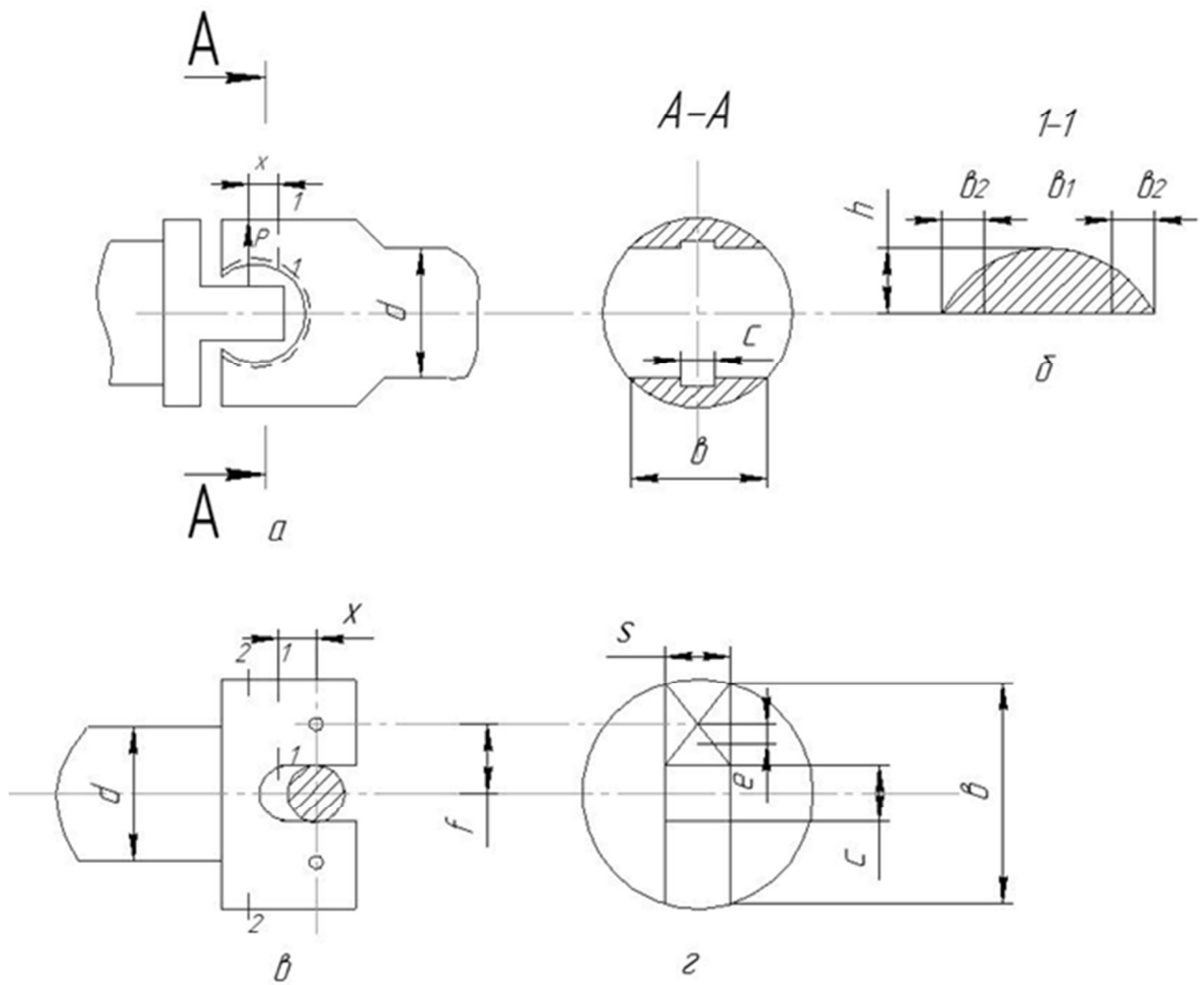
η – ККД привода.

$$\lambda = \frac{1156920}{385640 \cdot 4 \cdot 0,93} = 0,8 \leq 2$$

Обраний електродвигун умовам перевантаження відповідає.

2.4.2 Розрахунок універсального шпинделя ножиць

На рис. 2.5 представлена схема дії сил на щоки головки шпинделя при передачі крутного моменту $M_{\text{кр}}$. На кожному щоку шпинделя буде діяти сила P , що виникає в результаті тиску лопасті на бронзовий вкладиш і бронзовий вкладиш на щоку по циліндричній поверхні їхнього зіткнення.



a–вилка шарніра; δ –перетин вилки; b –лопасть валка; 2–перетин лопасті

Рисунок 2.5 – Схема до розрахунку універсального шпинделя

Момент, переданий шпинделем, буде дорівнювати

$$M_{кр} = P \cdot a, \quad (2.16)$$

де P – зусилля з яким нижній бронзовий вкладиш давить на нижню щоку головки шпинделя, а верхній вкладиш – на верхню щоку;

a – відстань між точками додатка сил.

Приймаємо, що питомі тиски вкладиша на щоку шарніра розподіляються по трапеції й сила P прикладена в площині центра ваги цієї трапеції.

Приймаємо $a = 0,7 \cdot e$

Визначимо силу, з якої вкладиш давить на щоку:

$$P = 1,43 \frac{M_{кр}}{e}, \text{ кН} \quad (2.17)$$

$$P = 1,43 \frac{2600}{0,9} = 4131 \text{ кН.}$$

Т.о., при передачі шпинделем крутного моменту в перетині щоки 1–1 на відстані x від осі шарніра будуть виникати напруги й від кручення, і від вигину.

Напруження кручення в перетині 1–1 буде дорівнювати

$$\tau = \frac{M_{кр}}{2 \cdot W_{кр}}, \text{ МПа,} \quad (2.18)$$

де $W_{кр}$ – момент опору перетину 1–1 на кручення

$$W_{кр} = \eta \cdot (e_1 + e_2) \cdot h^2, \text{ м}^3 \quad (2.19)$$

де η – поправочний коефіцієнт (при $\frac{e_1 + e_2}{h} = 2 \div 6$ величина $\eta = 0,25 \div 0,3$).

$$W_{кр} = 0,25 \cdot (0,2 + 0,5) \cdot 0,33^2 = 0,019 \text{ м}^3.$$

Напруження вигину в перетині щоки 1–1 буде дорівнювати

$$\sigma = \frac{M_{виг}}{W_{виг}}, \text{ МПа} \quad (2.20)$$

де $M_{виг}$ – момент опору перетину 1–1 на вигин.

$$M_{изг} = 1,43 \cdot \frac{M_{кр}}{\epsilon} \cdot x, \text{ кН} \cdot \text{ м}, \quad (2.21)$$

$$M_{изг} = 1,43 \cdot \frac{2600}{0,9} \cdot 0,18 = 743,58 \text{ кН} \cdot \text{ м}.$$

Визначимо момент опору вигину перетину 1–1, м³:

$$W_{изг} = \frac{3 \cdot b_1^2 + 6 \cdot b_1 \cdot b_2 + 2 \cdot b_2^2}{6 \cdot (3 \cdot b_1 + 4 \cdot b_2)} \cdot h^2, \quad (2.22)$$

$$W_{изг} = \frac{3 \cdot 0,5^2 + 6 \cdot 0,5 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2^2}{6 \cdot (3 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,2)} \cdot 0,33^2 = 0,11 \text{ м}^3,$$

$$\sigma = \frac{743,58}{0,11} = 7,219 \text{ МПа}.$$

Розрахункове напруження в перетині щоки 1–1 від дії вигину й кручення в цьому перетині визначається по формулі:

$$\sigma_{расч} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq [\sigma], \text{ МПа} \quad (2.23)$$

$$\text{де } [\sigma] = \frac{\sigma_s}{5}$$

Для сталі марки 40 $\sigma_s = 650 \text{ МПа}$, отже $[\sigma] = \frac{650}{5} = 130 \text{ МПа}$.

$$\sigma_{расч} = \sqrt{7,219^2 + 3 \cdot 68,4^2} = 118,6 \text{ МПа}$$

$$118,6 \text{ МПа} < 130 \text{ МПа}$$

Умова виконується, отже, міцність забезпечується.

Крім визначення напруги в перетині 1–1, необхідно також перевірити напругу в тілі шпинделя в його середній частині по довжині. Очевидно, що тіло шпинделя працює тільки на кручення, і напруга в будь-якому перетині по довжині шпинделя між його шарнірами буде дорівнювати:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{M_{кр}}{0,2 \cdot d}, \text{ МПа} \quad (2.24)$$

де d – діаметр тіла шпинделя.

$$\tau = \frac{2600}{0,2 \cdot 0,55} = 23,63 \text{ МПа}$$

Так само як і при розрахунку щоки головки шпинделя, при розрахунку лопасті приймемо, що питомі тиски від вкладиша розподіляються на поверхні кожної вилки по трапеції й тиск P_1 , що діє на вилку при передачі лопастю крутного моменту $M_{кр}$, дорівнює:

$$P_1 = 1,43 \frac{M_{кр}}{e_0}, \text{ кН} \quad (2.25)$$

$$P_1 = 1,43 \frac{2600}{1} = 3540 \text{ кН.}$$

Сила P_1 буде скручувати перетин вилки моментом:

$$M = P_1 \cdot e, \text{ кН} \cdot \text{ м} \quad (2.26)$$

де e – ексцентриситет прикладення сили P_1 щодо центра ваги перетину вилки.

$$M = 3540 \cdot 0,03 = 106,2 \text{ кН} \cdot \text{ м}$$

Напруга кручення в перетині 1–1 будуть визначатися по формулі:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = 1,43 \cdot \frac{M_{кр}}{W_{кр}} \cdot \frac{e}{e_0}, \text{ МПа} \quad (2.27)$$

де $W_{кр}$ – момент опору перетину 1–1 вилки лопасті,

$$W_{кр} = \eta \cdot \left(\frac{e_0 - c_0}{2} \right) \cdot s^2 = \frac{3}{8} \cdot \eta_0 \cdot e_0 \cdot s^2, \text{ м}^3 \quad (2.28)$$

$$W_{кр} = \frac{3}{8} \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 0,32^2 = 0,0096 \text{ м}^3,$$

$$\tau = 1,43 \cdot \frac{2600}{0,0096} \cdot \frac{0,03}{1} = 11,61 \text{ МПа.}$$

Напруга вигину в перетині вилки 1–1 буде дорівнює:

$$\sigma = \frac{M_{изг}}{W_{изг}}, \text{ МПа} \quad (2.29)$$

де $M_{изг}$ – згинальний момент у перетині 1–1, кН м ;

$$M_{изг} = P_1 \cdot x, \quad (2.30)$$

$$M_{изг} = 3540 \cdot 0,18 = 283,2 \text{ кН} \cdot \text{ м}$$

$W_{изг}$ – момент опору вигину прямокутного перетину вилки лопасті, м³

$$W_{изг} = \frac{e_0 - c_0}{12} \cdot s^2 = \frac{1}{16} \cdot e_0 \cdot s^2, \quad (2.31)$$

$$W_{изг} = \frac{1}{16} \cdot 1 \cdot 0,32^2 = 0,0064 \text{ м}^3.$$

$$\sigma = \frac{283,2}{0,0064} = 44,22 \text{ МПа.}$$

Крім визначення напруги в перетині 1–1, необхідно також перевірити напруги в перетині 2–2.

Цей перетин передає повний крутний момент $M_{кр}$ й у ньому виникають тільки напруги кручення, які можна визначити по формулі:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} \leq [\tau] \quad (2.32)$$

де $W_{кр}$ – момент опору на кручення, м^3 ;

$$W_{кр} = \eta_0 \cdot \epsilon_0 \cdot s^2, \quad (2.33)$$

$$W_{кр} = 0,25 \cdot 1 \cdot 0,32^2 = 0,025 \text{ м}^3,$$

$[\tau]$ – напруження кручення, що допускається, МПа

$$[\tau] = 0,6[\sigma] = 0,6 \cdot 130 = 74 \text{ МПа}$$

$$\tau = \frac{2600}{0,025} = 10,4 \text{ МПа},$$

$$10,4 \text{ МПа} < 74 \text{ МПа}$$

Після зроблених розрахунків дійдемо висновку, що всі елементи шпинделя задовольняють умовам міцності.

2.4.3 Розрахунок на стійкість стрижня пружинного зрівноважування шпинделя

Визначаємо площу стрижня, мм^2 :

$$F = \pi \cdot R^2, \quad (2.34)$$

де R – радіус перетину стрижня, $R=31$ мм.

$$F = 3,14 \cdot 31^2 = 3017,54 \text{ мм}^2$$

Визначимо момент інерції перетину, мм^4 :

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}, \quad (2.35)$$

$$J = \frac{3,14 \cdot 62^4}{64} = 724963,98 \text{ мм}^4.$$

Визначаємо радіус інерції, мм:

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}}, \quad (2.36)$$

$$i = \sqrt{\frac{724963,985}{3017,54}} = 15,5 \text{ мм}$$

Знаходимо наведену довжину стрижня, мм:

$$l_{\text{нв}} = \nu \cdot l \quad (2.37)$$

де ν – коефіцієнт приведення довжини;

l – фактична довжина стрижня, $l=1200$ мм.

$$l_{\text{нв}} = 2 \cdot 1200 = 2400 \text{ мм}$$

Визначаємо гнучкість стрижня:

$$\lambda = \frac{\nu \cdot l_{\text{нв}}}{i}, \quad (4.19)$$

$$\lambda = \frac{2400}{15,5} = 154,8.$$

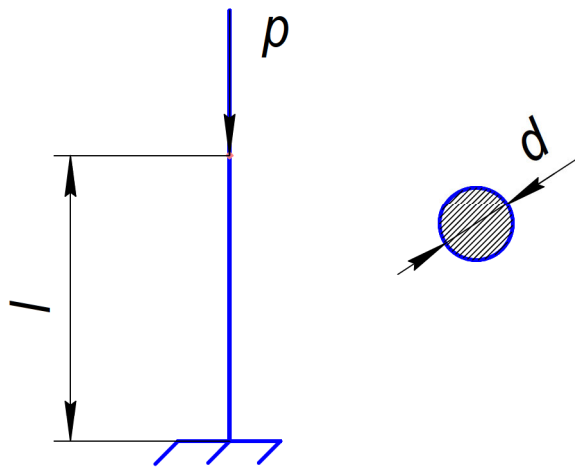


Рисунок 2.6 – Схема до розрахунку стрижня на стійкість

По таблиці інтерполяції знаходимо значення коефіцієнта зменшення основні напруги, що допускається $\varphi = 0,32$.

Знаходимо допускаємо напругу на стійкість, МПа:

$$[\sigma]_y = \varphi \cdot [\sigma_-], \quad (2.38)$$

де $[\sigma_-]$ – допускаємо напруга, на міцність при стиску ($[\sigma_-] = 160$ МПа для Ст. 35).

$$[\sigma]_y = 0,32 \cdot 160 = 51,2 \text{ МПа}$$

Визначаємо дійсну напругу по формулі:

$$\sigma = \frac{P}{F}, \text{ МПа} \quad (2.39)$$

де P – зусилля діюче на стрижень.

$$\sigma = \frac{130000}{30,1754 \cdot 10^{-4}} = 43,08 \text{ МПа}$$

В зв'язку з тим що $\sigma = 43,08 \text{ МПа} < 51,12 \text{ МПа}$ стійкість стрижня забезпечується.

2.4.4 Розрахунок тарілчастих пружин

Знаючи діюче зусилля $P=130 \text{ кН}$ і необхідний хід $l=38 \text{ мм}$ вибираємо пружину з наступними розмірами $D=125 \text{ мм}$, $D_1=63 \text{ мм}$, $s=6,3 \text{ мм}$, $f=3 \text{ мм}$, $h=9,3 \text{ мм}$, $m=0,45 \text{ кг}$, кількість пружин – 72.

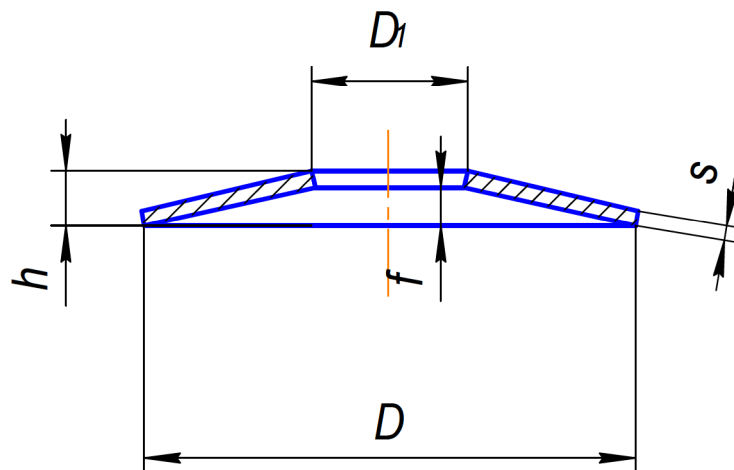


Рисунок 2.7 – Основні розміри пружин

Вибираємо паралельно–послідовну схему зборки пружин, тому що вона найбільш оптимально підходить по своїм силовим характеристикам.

Визначимо силу при максимальній деформації комплексу пружин:

$$P_k = k \cdot P_z \cdot n_1, \text{ кН} \quad (2.40)$$

де k – коефіцієнт, що враховує тертя при паралельній зборці (до=1,09);

P_z – сила сприймана однією пружиною, Н;

n_1 – кількість пружин при паралельній зборці.

$$P_k = 1,09 \cdot 40,5 \cdot 3 = 132,43 \text{ кН}$$

Визначимо хід, що зможе забезпечити даний пакет пружин:

$$F_k = n \cdot f, \text{ мм} \quad (2.41)$$

де n – кількість пружин при послідовній зборці.

$$F_k = 24 \cdot 3 = 72 \text{ мм.}$$

Визначимо висоту комплекту у вільному стані, мм:

$$H_{ок} = n \cdot [h_0 + (n_1 - 1) \cdot s] \quad (2.42)$$

$$H_{ок} = 24 \cdot [9,3 + (3 - 1) \cdot 6,3] = 526 \text{ мм}$$

Вибираємо даний пакет пружин, тому що він підходить конструктивно

2.4.5 Розрахунок кріпильного різьблення стрижня пружинного зрівноважуванн

Витки різьблення гвинта й гайки перевіряємо на зминання й зріз.

Напруження зминання в різьбі визначаємо по формулі:

$$\sigma_{см} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot (d^2 - d_1^2) \cdot z \cdot K_m} \leq [\sigma_{см}], \quad (2.43)$$

де F – осьова сила на гвинті ($F=135$ кН);

d – зовнішній діаметр різьби ($d=64$ мм);

d_1 – внутрішній діаметр різьби ($d_1=64$ мм);

K_m – коефіцієнт нерівномірності навантаження по виткам різьби з урахуванням пластичних деформацій ($K_m=0,7$);

z – число витків на довжині згвинчування:

$$z = \frac{H}{P},$$

де H – висота гайки (М64 за ДСТ 10605–94), $H=51$ мм:

P – крок різьби ($P=6$ мм);

$$z = \frac{51}{6} = 8,5$$

$[\sigma_{cm}]$ – допускаєма напруга зминання, МПа:

$$[\sigma_{cm}] = 0,8 \cdot \sigma_T,$$

де $\sigma_T = 315$ МПа (для сталі 35);

$$[\sigma_{cm}] = 0,8 \cdot 315 = 252 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{cm} = \frac{4 \cdot 135}{3,14 \cdot (0,064^2 - 0,0575^2) \cdot 8,5 \cdot 0,7} = 36,6 \text{ МПа}$$

$$36,6 \text{ МПа} < 252 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується.

Напруження зрізу в різьбленні гвинта визначаємо по формулі:

$$\tau_1 = \frac{F}{\pi \cdot d_1 \cdot H \cdot k \cdot K_m} \leq [\tau_{\text{зд}}], \quad (2.44)$$

де k – коефіцієнт, що враховує тип різьби (для трикутної різьби $k=0,87$);

$[\tau_{\text{зд}}]$ – допустиме напруження зрізу, МПа:

$$[\tau_{cp}] = 0,4 \cdot \sigma_T,$$

$$[\tau_{cp}] = 0,4 \cdot 315 = 126 \text{ МПа.}$$

$$\tau_1 = \frac{135}{3,14 \cdot 0,057 \cdot 0,051 \cdot 0,87 \cdot 0,7} = 24 \text{ МПа}$$

$$24 \text{ МПа} < 126 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується.

Напруження зрізу в різьбленні гайки визначаємо по формулі:

$$\tau_2 = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot H \cdot k \cdot K_m} \leq [\tau_{\text{н\delta}}], \quad (2.45)$$

$$\tau_2 = \frac{135}{3,14 \cdot 0,064 \cdot 0,051 \cdot 0,87 \cdot 0,7} = 21,6 \text{ МПа}$$

$$21,6 \text{ МПа} < 126 \text{ МПа.}$$

Умова міцності виконується

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Короткі правила по обслуговуванню й експлуатації

1. На ножицях повинен розрізатися метал у межах перетинів, температури й тимчасового опору, обговорених вище.

2. Довжина обрізків, що відрізають, не повинна бути більше 800 мм. При більшій довжині обрізків можлива поломка ринв і ланцюгів конвеєра збирання обрізків.

3. Забороняється включати ножиці вхолосту при робочій швидкості. При пуску ножиць вхолосту необхідно користуватися повзучою швидкістю.

4. Забороняється різати розкат, розташований під кутом до лінії ножів (косий різ).

5. Систематично перевіряти стан пружин притиску і їхніх болтів, що кріплять.

6. Не рекомендується працювати без подачі води для охолодження ножів.

7. Систематично стежити за станом ріжучих крайок ножів і зазором між ножами. Максимально–допустимий радіус закруглення ріжучої крайки ножів 4 мм. Зазор між ножами повинен бути мінімум 1 міліметр рівномірний по довжині ножа й не повинен перевищувати 2 мм.

8. Стежити за правильним положенням притиску щодо ріжучої крайки верхнього ножа. Нижня крайка притиску повинна бути нижче ріжучої крайки верхнього ножа на 45 мм.

9. Відрегулювати гідравлічні й пружинні амортизатори так, щоб не було сильних ударів при опусканні нижнього повзуна.

10. При зміні ножів або зміні ріжучих крайок під притиск необхідно ставити металеву підставку висотою 215–220 мм і повернути ножиці на повзучій швидкості до положення, у якому можливо розібрати кріплення ножів. Після установки повзунів у положення під зміну ножів, привод ножиць відключити від мережі. Пристрій для фіксації повинен бути підключене до привода, а під нижній повзун повинні бути покладені підкладки.

11. Забороняється подавати в ножиці розкат із загнутих конусом.
12. Ретельно стежити за змащенням тертьових частин, особливо вкладишів ексцентрикового вала й вала нижнього повзуна, а також головок універсального шпинделя.
13. Сумарний зазор у шарнірному зчленуванні головки шпинделя допускається максимум 4 мм. При більшому зазорі необхідно міняти сухарі.

3.2 Мастильні матеріали

Призначенням змащення є зведення до мінімуму втрат на тертя тіл, що переміщуються під навантаженням відносно один одного й зменшення зношування тертьових поверхонь.

Змащення устаткування виробляється рідкими маслами й пластичними змащеннями (мазями).

Рідкі масла одночасно служать і для охолодження тертьових поверхонь. По своїх властивостях вони мають ряд переваг перед густими мазями, тому що допускають більш високі швидкості обертання валків, більш високі температури усередині підшипників, краще працюють в умовах низьких температур (консистентні змащення загустівають і викликають зайву витрату енергії на тертя); рідкі масла можна відновлювати шляхом регенерації.

Пластичне змащення одержують шляхом змішування рідких мінеральних масел із загущувачами (милами).

У якості загущувачів застосовують кальцієві (солідол) або натрієві масла.

Вузли тертя металургійного устаткування працюють у тяжких умовах, викликаних більшими навантаженнями, підвищеними температурами, обводнюванням і забрудненням абразивними частками з навколишнього середовища. Тому до застосовуваних мастильних матеріалів пред'являються підвищені вимоги, які полягають у наступному.

Для пластичних змащень:

- 1) забезпечення мінімального зношування й мінімальних втрат на тертя вузлів, що змазують;
- 2) гарне прокачування по трубопроводах довжиною до 150м при температурі навколишнього середовища— $-10 \div +180^{\circ}\text{C}$;
- 3) здатність не піддаватися розкладанню при нагнітанні під тиском до 20 МПа; незначно змінювати свої властивості в процесі зберігання й експлуатації, не піддаватися термозміцненню, не розчинятися у воді й мати мінімальну випаровуваність.

При змащенні пластичними матеріалами розрізняють індивідуальний, складний і централізований способи змащення.

При індивідуальному способі змащення до вузлів тертя подають періодично за допомогою ручних шприців через маслянки, установлені в мастильних отворах вузлів тертя. Маслянка містить кульковий клапан із пружиною й служить затвором, що охороняє мастильний канал від забруднення.

Складний спосіб полягає в заповненні вузла тертя змащенням при зборці або ремонті й неможливості змазування вузла в процесі експлуатації. При цьому застосовують, як правило, змащення, що зберігають протягом тривалого часу свої властивості (дисульфідмолібденові, літієві й буд.р.).

Централізований спосіб (ручний або автоматичний) застосовують для одночасного змащення великої кількості вузлів тертя (до 1000), розташованих на великій відстані від насосної станції. Цей спосіб реалізують за допомогою централізованих систем пластичного змащення.

3.3 Централізована система пластичного змащення

Перш ніж приступити до проектування тієї або іншої системи подачі густого мастила до машини або цілого комплексу машин, варто врахувати багато факторів, при яких будуть працювати ці машини. До основного з них відносяться: місце установки машини (у якому цеху, стані вона буде встановлена), режим її роботи, температурні умови, умови запилованості, можливість доступу до машини під час її роботи, а також технічна

характеристика машини – швидкість, навантаження, кінематика. Виходячи з комплексу цих даних і після розрахунку, установлюють необхідний сорт мастила, спосіб його подачі до вузла тертя й режим подачі.

У зв'язку з установкою в багатьох вузлах тертя підшипників кочення потреба в частій подачі змащення різко знижується. У деяких машинах, особливо в працюючих при нормальних температурах й у нормальних умовах, мастило потрібно подавати рідко. Наприклад, на ділянках рельсо– і балкообробки рейкобалкових станів, агрегатів різання, транспортних рольгангах цехів холодної прокатки й в інших вузлах, де швидкості обертання не вище 1 м/сек і діаметри підшипників не більше 80 мм, установка автоматичних станцій не має сенсу, незважаючи на велике в деяких випадках число місць підведення змащення. Вважають, що поповнювати змащення доцільно або підшипники варто поповнювати змащенням вручну під час профілактичних оглядів і ремонту.

Якщо потрібно забезпечити автоматичним змащенням одну або дві поруч стоячі машини, то краще встановити петлеву станцію. При розташуванні устаткування в лінію, наприклад устаткування рейкобалкових, крупносортих, безупинно – заготовочних й інших станів, краще ставити станцію кінцевого типу. Такі машини, як робочі кліті станів, ножиці, правильні машини, краще оснащувати окремими системами, обладнаними ручними або автоматичними станціями залежно від вимог.

Однією з головних умов тривалого терміну служби ножиць є їхнє своєчасне змащення.

На ножицях застосовано густе централізоване змащення, яким змазуються напрямні, а також всі підшипники.

Мастильна система ножиць підключається до існуючої маслосистеми, що діє на стані.

Сорта масел застосовуються ті ж, що й для змащення діючого устаткування стана.

Якщо машина погано змазана, то збільшення зусилля за рахунок додаткового опору тертя приводить до перевантаження машини, підвищеному зношуванню тертьових поверхонь, що є причиною поломок і скорочення міжремонтного періоду.

Найменування поверхонь, що змазують :

пласкі напрямні, довжина пласкої напрямної – $L=134\text{мм}$, відносна швидкість – $V=400\text{ мм/с}$.

Норма витрати змащення для пласкої напрямної :

$$q = 11 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 = 11 \cdot 1,13 \cdot 0,828 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 13,38 \frac{\text{см}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}} \quad (3.1)$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує залежність норми витрати змащення від діаметра напрямної,

$$k_1 = 1 + 4(D - 100) \cdot 10^{-3} = 1 + 4(134 - 100) \cdot 10^{-3} = 1,13,$$

де $D = L / \pi = 420 / 3.14 = 134\text{ мм}$;

k_2 – коефіцієнт, що характеризує залежність норми витрати змащення від частоти обертання,

$$k_2 = 1 + 4 \cdot (n - 100) \cdot 10^{-3} = 1 + 4 \cdot (57 - 100) \cdot 10^{-3} = 0,828,$$

де $n = \frac{60 \cdot v}{L} = \frac{60 \cdot 400}{134} = 57\text{ об/хв}$;

k_3 – коефіцієнт, що враховує вплив якості тертьових поверхонь на норму витрати змащення, при задовільному $k_3=1,3$;

k_4 – коефіцієнт, що залежить від робочої температури напрямної $k_4 = 1$;

k_5 – коефіцієнт обліку навантаження, коли робоче навантаження не перевищує проектне значення $k_5 = 1$.

Обсяг густого мастила, періодично подаваного живильником у напрямку:

$$V = q \cdot F \cdot T = 13,38 \cdot 0,176 \cdot 2 = 4,7 \text{ см}^3; \quad (3.2)$$

де F – площа контактної поверхні підшипника,

$$F = 2\pi \cdot R \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{134}{2} \cdot 420 = 0,176 \text{ м}^2;$$

T – тривалість циклу змазування (період між двома послідовними подачами змащення, $T=2$ год.).

По довіднику вибираємо живильник: 2–010–2 ДЕРЖСТАНДАРТ 6911–71 з подачею 10 см^3 (2шт).

Кількість пластичного змащення, що витрачає за один цикл роботи системи:

$$Q_y = \sum a_i \cdot V_i = 2 \cdot 10 = 20 \text{ см}^3; \quad (3.3)$$

де a_i – кількість живильників даного розміру $a_i = 2$;

V_i – номінальна подача живильників даного розміру, $V_i = 10 \text{ см}^3 / \text{ход}$.

Число циклів роботи системи в добу:

$$n_y = \frac{24}{T} = \frac{24}{2} = 12$$

де T – тривалість циклу змазування, $T=2$ год

Добова витрата густого мастила:

$$Q_c = n_{\text{ц}} \cdot Q_{\text{ц}} = 12 \cdot 20 = 240 \text{ см}^3 / \text{дiб}; \quad (3.4)$$

Необхідна кількість централізованих ручних систем густого мастила:

$$N_p = \frac{Q_c}{\alpha \cdot V_p} = \frac{240}{0,9 \cdot 2800} \approx 1. \quad (3.5)$$

де α – коефіцієнт заповнення резервуара, $\alpha = 0,9$;

V_p – обсяг резервуара, $V_p = 2800 \text{ см}^3$.

Систему змащення, схему системи ручного централізованого густого мастила, схему роботи живильника, карту змащення й відомість по змащенню дивитися по кресленню.

3.4 Розрахунок фундаменту

Фундаменти призначені для передачі зусиль на ґрунт і зменшення вібрації машин при експлуатації. Їх виконують із бетону у вигляді блоків, розділених деформаційними швами різного призначення (осадові, усадочні й ін.). Вихідними показниками для проектування фундаментів є параметри й габаритні розміри підстав машин, схема навантаження фундаменту, дані про геологію, гідрогеологію й фізико–механічні властивості ґрунту, схеми прив'язки фундаменту.

Фундамент повинен бути спроектований так, щоб дотримувалася умова:

$$\rho = \frac{G_m + G_\phi + P_{mex}}{a'' \cdot b''} + \sum \frac{M_i}{W_i} \leq [\rho], \quad (3.6)$$

де G_m – вага устаткування, встановленого на фундаменті, кг;

G_ϕ – вага фундаменту, кг;

P_{mex} – вертикальна складова технологічного навантаження, кг;

a'' , b'' – розміри підшви фундаменту, м;

$[\rho]$ – допускаємий тиск, на ґрунт, кг/см².

Вага ножиць становить $G_m = 245501$ кг.

$$G_\phi = V_\phi \cdot \rho_\phi \quad (3.7)$$

де V_ϕ – обсяг фундаменту, приймається з розрахунку, що на одну тону встановленої маси устаткування витрачають 3 м³ бетону.

Приймаємо $V_\phi = 740 \text{ м}^3$.

ρ_ϕ – щільність бетону.

Для армованого бетону приймаємо $\rho_\phi = 2,3 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$.

$$G_\phi = 740 \cdot 2,3 \cdot 10^3 = 1702 \cdot 10^3 \text{ кг} = 1702 \text{ тонн.}$$

$$P_{mex} = P_{\max} \cdot 20\% = 1250 \cdot 10^3 \cdot 0,2 = 250 \cdot 10^3 \text{ кг.}$$

Фундамент складається із двох частин: безпосередньо фундаменту й підшви.

Розміри самого фундаменту приймаються з урахуванням довжини й ширини встановлюваного устаткування.

Визначаємо геометричні параметри фундаменту (схема фундаменту представлена на рисунку 3.1):

$$a' = a + 2 \cdot \delta = 7 + 2 \cdot 0,1 = 7,2 \text{ м};$$

$$b' = b + 2 \cdot \delta = 7 + 2 \cdot 0,1 = 7,2 \text{ м};$$

$$a'' = a' + 2 \cdot \delta' = 7,2 + 2 \cdot 0,2 = 7,6 \text{ м};$$

$$b'' = b' + 2 \cdot \delta' = 7,2 + 2 \cdot 0,2 = 7,6 \text{ м};$$

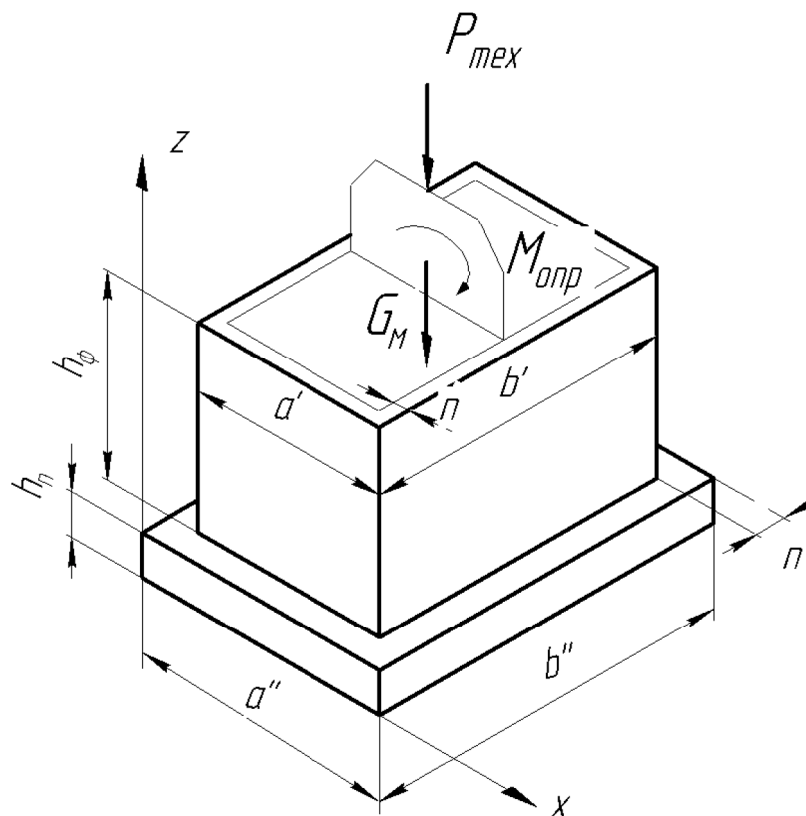


Рисунок 3.1– Схема до розрахунку фундаменту

Припустимий тиск на ґрунт для запорізької області приймають $[\rho] = 2 \text{ кг} / \text{см}^2$.

У розрахунках урахується й перекидаючий момент, що дорівнює $M_{\text{опр. max}} = 26000 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Розраховуємо момент опору фундаменту:

$$W = \frac{(a'')^2 \cdot v''}{6} = \frac{7,6^2 \cdot 7,6}{6} = 73,16 \text{ м}^3 \quad (3.8)$$

Визначаємо діючий тиск на ґрунт

$$\rho = \frac{245501 + 1702000 + 250000}{7,6 \cdot 7,6 \cdot 10^4} + \frac{2600000}{7316000} = 3,8 \text{ кг/см}^2,$$

$$3,8 \text{ кг/см}^2 > 2 \text{ кг/см}^2.$$

Зі зробленого розрахунку видно, що умова не виконується.

Для того щоб умова дотримувалася, з конструктивних міркувань варто збільшити розміри : a'' , v'' .

$$a' = a + 2 \cdot \delta = 7 + 2 \cdot 0,1 = 7,2 \text{ м};$$

$$v' = v + 2 \cdot \delta = 7 + 2 \cdot 0,1 = 7,2 \text{ м};$$

$$a'' = a' + 2 \cdot \delta' = 7,2 + 2 \cdot 1,8 = 10,8 \text{ м};$$

$$v'' = v' + 2 \cdot \delta' = 7,15 + 2 \cdot 1,8 = 10,8 \text{ м};$$

Розраховуємо момент опору фундаменту:

$$W = \frac{(a'')^2 \cdot v''}{6} = \frac{10,8^2 \cdot 10,8}{6} = 209,9 \text{ м}^3$$

Тоді

$$\rho = \frac{245501 + 1702000 + 250000}{10,8 \cdot 10,8 \cdot 10^4} + \frac{2600000}{209900000} = 1,8 \text{ кг/см}^2,$$

$$1,8 \text{ кг/см}^2 < 2 \text{ кг/см}^2.$$

Умова виконується.

Визначимо загальну висоту фундаменту і його складових частин

$$h_{\text{общ}} = \frac{V_{\phi}}{a' \cdot b'} = \frac{740}{7,2 \cdot 7,2} = 14,27 \text{ м} \quad (3.9)$$

Висота підошви фундаменту:

$$h_n = \frac{1}{5} \cdot h_{\text{общ}} = \frac{1}{5} \cdot 14,27 = 2,85 \text{ м}, \quad (3.10)$$

Висота власне фундаменту:

$$h_{\phi} = h_{\text{общ}} - h_n = 14,27 - 2,85 = 11,42 \text{ м}; \quad (3.11)$$

Об'єм підошви фундаменту:

$$V_n = h_n \cdot a'' \cdot b'' = 2,85 \cdot 10,8 \cdot 10,8 = 332,4 \text{ м}^3, \quad (3.12)$$

Для підошви фундаменту приймаємо бетон Б50

Об'єм фундаменту:

$$V_{\phi} = h_{\phi} \cdot a' \cdot b' = 11,42 \cdot 7,2 \cdot 7,2 = 592 \text{ м}^3, \quad (3.13)$$

Для підошви фундаменту приймаємо бетон Б200 .

Загальний об'єм фундаменту:

$$V_{\Sigma} = V_n + V_{\phi} = 332,4 + 592 = 924,4 \text{ м}^3.$$

Вага фундаменту:

$$G_{\phi} = V_{\Sigma} \cdot \rho = 924,4 \cdot 2,3 = 2126 \text{т};$$

Уточнюємо вагу фундаменту:

$$\Delta G_{\phi} = 2126 - 1702 = 424 \text{т};$$

Уточнюємо тиск на ґрунт:

$$\Delta \rho = \frac{424000}{10,8 \cdot 10,8 \cdot 10^4} = 0,16 \text{кг/см}^2;$$

$$\rho_{\text{факт}} = \rho + \Delta \rho = 1,8 + 0,16 = 1,96 \text{ кг/см}^2 < 2 \text{ кг/см}^2$$

3.5 Розрахунок анкерних болтів

Анкерні болти служать для кріплення устаткування до фундаменту. Анкерні болти розрізняють на глухі й заводні. Глухі встановлюють до бетонування, приварюючи їх до арматур фундаменту, а заводні встановлюються в анкерні колодязі, виконані у фундаменті.

Відстань між анкерними болтами – $a = 1850 \text{мм}$.

На рисунку 3.2 представлена розрахункова схема.

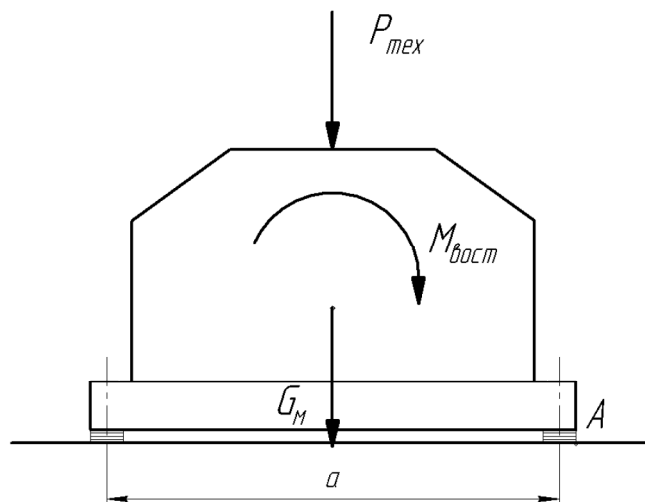


Рисунок 3.2– Схема до розрахунку анкерних болтів

Зусилля попереднього затягування анкерних болтів повинне забезпечувати умову стійкості:

$$K_y = \frac{M_{восст}}{M_{опр}} \geq 1,4 \quad (3.14)$$

$$M_{восст} = 1,4 \cdot M_{опр} = 1,4 \cdot 2600 = 3640 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{восст} = (P_{mex} + G_M) \cdot \frac{a}{2} + Q_{\bar{o}} \cdot a \cdot n_p = 3640 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (3.15)$$

Зусилля в стрижні болта:

$$Q_{\bar{o}} = \frac{M_{восст} - (P_{mex} + G_M) \cdot \frac{a}{2}}{a \cdot n_p} = \frac{3640 - (2455,01 + 2500) \cdot \frac{1,85}{2}}{1,85 \cdot 6} = -84,95 \text{ кН}. \quad (3.16)$$

Знак “-” зусилля в стрижні болта показує, що механізм не має потреби в закріпленні анкерними болтами, але з міркувань надійності використовуємо глухі анкерні болти діаметром М100.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Розрахунок рівня механізації праці прокатного цеху

Досить повне поняття про рівень механізації можна одержати шляхом визначення витрат механічної й ручної праці.

$$B = \frac{M}{M + R} \cdot 100\% , \quad (4.1)$$

де B – рівень механізації праці;

M – сума людино–годин механізованої праці;

R – сума людино–годин ручної праці.

– для електрогазозварника:

$$B = \frac{1}{1 + 7} \cdot 100\% = 12,5\%$$

Вихідні дані й отримані результати зведені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок рівня механізації праці

№ п/п	Професія робітників	Штат робітників	Кількість відпрацьованих людино–годин у добу			% механізованої праці
			вручну	за допомогою машин	усього	
1	Електрогазозварювальник	2	$7 \cdot 2 = 14$	$1 \cdot 2 = 2$	16	12,5
2	Слюсар ремонтник	6	$6 \cdot 6 = 36$	$1,5 \cdot 6 = 8$	44	16,7
3	Слюсар ремонтник (мастильний)	1	$6 \cdot 1 = 6$	$2 \cdot 1 = 2$	8	16,7
4	Слюсар інструментальник	1	$5 \cdot 1 = 5$	$2 \cdot 1 = 3$	8	28,6
5	Крановий машиніст	3	$1 \cdot 3 = 3$	$7 \cdot 3 = 21$	8	87,5

З дані таблиці можна дати висновок, що електрогазозварювальник – 12,5% механізованого, 87,5% ручної праці; слюсар ремонтник – 16,7% механізованого, 83,3% ручної праці; слюсар ремонтник (мастильник) – 16,7% механізованого, 83,3% ручної праці, слюсар інструментальник – 28,6% механізованого, 71,4% ручної праці; крановий машиніст – 87,5 % механізованого, 12,5% ручної праці

4.2 Аналіз потенційних і шкідливих факторів виробничого середовища

Розглянемо карту умов праці слюсарі ремонтника, (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Технологічна карта умов праці для чергового й ремонтного слюсаря

Фактори	Нормативне значення, ПДК, ПДУ	Фактичне значення	III клас шкідливих і небезпечних умов, і характер праці			Час дії фактора % у зміну
			1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	
1	2	3	4	5	6	7
I. Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³						
1 клас безпеки						
2 клас безпеки						
3–4 клас безпеки						
Масла мінеральні	5,0	6,5	1,3			83,1
Азоту діоксид	2,0	4,0	2			83,1
Ангідрид сірчистий	10,0	13,5	1,35			83,1
II. Пил переважно фіброгенної дії (сілікатозмістовна), мг/м ³	4,0	6,3	1,8			94,5
1	2	3	4	5	6	7
Зміст кремнію діоксида – 2,5%	4,0	26,4			6,6	83,1
III. Шум, Дб	80	93		13		100

IV. Мікроклімат у приміщенні						
– температура повітря, °С	21–28	30	2,0			94,5
– швидкість руху повітря, м/сек	0,1–0,2	<0,3				94,5
– відносна вологість повітря, %	55	39				94,5
V. Робоча поза						
Нахил корпусу в просторі, обумовлений технологічним процесом, град	перебування в похилому положенні понад					
	28,1	30				
Кількість факторів			5	1	1	

Гігієнічна оцінка умов праці

Умови й характер праці ставляться до III класу 3 ступені по факторах: пил, шум.

Робочі місця мають у наявності: 1 фактор 3 ступені, 5 факторів 1 ступеня, 1 фактор 2 ступені. По показниках робоче місце варто вважати з особливо шкідливими й особливо важкими умовами праці, що відповідає показникам списку №1 пункт 1.

Відповідно до списку №1: пенсійний вік по пільгових умовах для чоловіків становить 50 років, для жінок 45 років, дається додаткова відпустка 7 днів і молоко.

У таблиці 4.3 наведені фактори виробничого середовища трудового процесу й заходи щодо їхнього усунення, які мають місце на ділянці стана “1050”.

Всі працівники цеху безкоштовно забезпечуються спец одягом, спец взуттям і засобами індивідуального захисту. До складу спецодягу входять: костюм з х/б тканини, черевики, у зимовий час видається утеплена куртка й ватяні штани (ДЕРЖСТАНДАРТ 12.4.103–83).

Таблиця 4.3 – Технічні міри захисту від впливу шкідливих факторів виробничого середовища

№ п/п	Небезпечний або шкідливий фактор виробничого середовища	Захисний пристрій	Тип пристрою	Параметри пристрою	Місце установки
1	Запилованість	Витяжна вентиляція	КСЗ	–	Зона виділення пилу
2	Запилованість	Респіратор СІЗОД	ШБ–1М	–	Індивідуально
3	Шум	Навушники противошумовые	–	Придатний до 110дБ	Індивідуально
4	Температура	Утеплена куртка, ватяні штани,	Тн	–	Індивідуально
5	Шкідливі хімічні речовини	Теж що й при запилованості + костюм х/б, рукавиці	Пм	–	Індивідуально

Для захисту органів подиху робітником видаються респіратори протипилові типу ШБ – 1М "СІЗОД" ДЕРЖСТАНДАРТ 12.4.028 – 76.

Для захисту органів слуху противошумові навушники ДЕРЖСТАНДАРТ 12.4.051 – 78 з межею до 110 дБ.

4.3 Технічні рішення по виробничій санітарії

4.3.1 Об'ємно–планувальні рішення будівель і споруджень цеху

Відповідно до вимог санітарних норм для прокатного виробництва передбачається встановлення санітарно–захисної зони.

У генеральному плані металургійного заводу прокатного цеху проектується у єдиному блоці з обтискними цехами, і передача заготовки в прокатний цех

виробляється внутріцеховим транспортом. Прокатний цех розташований, так щоб переважні вітри були спрямовані уздовж цехи від складів готової продукції до ливарного цеху. Розглянута ділянка перебуває в центрі промислової зони. Тому при зміні вітрів ділянка може перебувати на шляху проходження шкідливих викидів (газів і пилу) різних виробництв, та й сам може бути джерелом забруднення повітря для цих виробництв. Тому потрібно вживати заходів по зменшенню шкідливих викидів виробництва

4.3.2 Опалення й вентиляція

Опалення побутових приміщень здійснюється за допомогою панелей (батарей) у яких як теплоносії використовують пару. Опалення побутових приміщень здійснюється від цеху тепловодопостачання.

Під вентиляцією розуміють систему заходів і пристроїв, призначених для забезпечення на робочих місцях, у робочих й обслуговуваних зонах приміщень метеорологічних умов і чистоти повітряного середовища. Залежно від способу переміщення повітря розрізняють природну й механічну вентиляцію. Для усунення осідання пилу в приміщенні, зменшуючи її кількість у повітрі, все устаткування закрите парасолями (витяжна вентиляція), з'єднаними за допомогою повітряводів із пристроями для очищення видаляемого повітря.

У прокатному виробництві має місце випар технологічного змащення. Для видалення цих пар за кліттю встановлюють витяжні парасолі.

Також у прольоті ділянки використовують природну вентиляцію повітря. У такому виді вентиляції повітря надходить і видаляється через щілини вікна, двері, ворота, ліхтарі.

Розрахунок аерації, тобто визначення площі аераційних отворів, для прокатного цеху комбінату «Дніпроспецсталь», у теплий період часу здійснюється для наступних даних:

- кількість повітря, що повинне надходити в приміщення $G_{\text{пост}}=3422000$ кг/година;

- кількість повітря, що повинне видалятися із приміщення $G_{уд}=3700000$ кг/година;
- відстань між осями отворів $h=19$ м;
- температура зовнішнього повітря $t_{внеш}=22$ °С;
- температура внутрішнього повітря $t_{внутр}=30$ °С;

Конструкція стулки віконного отвору – одинарна верхньопідвісна з кутом відкривання отвору $\alpha =45^\circ$. Ліхтар П–подібний із фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які перебувають на відносній відстані $l/h=1,5$, з кутом відкривання $\alpha =90^\circ$.

Температуру повітря, що видаляється з верхньої зони приміщення, визначаємо по формулі:

$$t_{уд} = t_{внеш} + \frac{t_{внутр} - t_{прз}}{m}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.2)$$

де $t_{прз}$ – температура повітря, що надійшла в робочу зону (у теплий період часу $t_{прз}=t_{внеш}=24$ °С);

$m=0,41$ – коефіцієнт для виробничих приміщень за умови подачі повітря в робочу зону й видалення його з верхніх зон.

$$t_{уд} = 22 + \frac{30 - 22}{0,41} = 41,5$$

Питома вага повітря визначається по формулі:

$$\gamma = \frac{353}{t + 273}, \text{ кг/м}^3 \quad (4.3)$$

$$\gamma_{внеш} = \frac{353}{22 + 273} = 1,197$$

$$\gamma_{\text{уд}} = \frac{353}{41,5 + 273} = 1,122$$

Розподілений тиск визначаємо з вираження:

$$\Delta p_{1,2} = h(\gamma_{\text{внеш}} - \gamma_{\text{уд}}), \text{ кг/м}^2 \quad (4.4)$$

$$\Delta p_{1,2} = 19(1,197 - 1,122) = 1,425 \text{ кг/м}^2$$

Втрати тиску на проходження повітря через приточні отвори можна визначити по формулі:

$$\Delta p_1 = \beta \cdot \Delta p_{1,2}, \text{ кг/м}^2 \quad (4.5)$$

де β – частина різниці опорів, що затрачається на прохід повітря через приточні отвори ($\beta=0,1-0,4$).

$$\Delta p_1 = 0,4 \cdot 1,425 = 0,57 \text{ кг/м}^2$$

Втрати тиску на проходження повітря через ліхтар визначається по формулі:

$$\Delta p_2 = \Delta p_{1,2} - \Delta p_1 \text{ кг/м}^2, \quad (4.6)$$

$$\Delta p_2 = 1,425 - 0,57 = 0,855 \text{ кг/м}^2.$$

Визначаємо площу отворів у стіні $F_{\text{прит}}$ і площа отворів ліхтарів $F_{\text{фон}}$:

$$F_{\text{прит}} = \frac{G_{\text{пост}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \gamma_{\text{внеш}}}{\xi_1} \Delta p_1}}, \text{ м}^2 \quad (4.7)$$

$$F_{\text{фон}} = \frac{G_{\text{уд}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \gamma_{\text{уд}}}{\xi_2} \Delta p_2}}, \text{ м}^2 \quad (4.8)$$

де g – прискорення вільного падіння ($g=9,8 \text{ м/с}^2$);

ξ_1, ξ_2 – коефіцієнти місцевого опору приточних отворів і ліхтаря відповідно ($\xi_1=3,7, \xi_2=4,1$).

Підставивши значення у формули (4.6) і (4.7) одержимо:

$$F_{\text{прит}} = \frac{3422000}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,197}{3,7} 0,57}} = 500 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{фон}} = \frac{3700000}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,122}{4,1} 0,855}} = 480 \text{ м}^2$$

4.3.2 Природне й штучне освітлення

Для створення сприятливих умов праці важливе значення має раціональне освітлення. Незадовільне освітлення утрудняє проведення робіт, веде до зниження продуктивності праці й працездатності очей і може бути причиною їхніх захворювань і нещасних випадків.

На промислових підприємствах штучне освітлення підрозділяється на робоче (для проведення робіт у темний час доби або в місцях без достатнього природного освітлення), аварійне (для проведення роботи при аварійному відключенні робочого освітлення), евакуаційне (аварійне освітлення для евакуації людей із приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення) і охоронне. При необхідності частина світильників того або іншого

виду освітлення може використовуватися для чергового освітлення. Застосовуються дугові ртутні лампи (ДРЛ–100).

Штучне освітлення проектується двох систем: загальне (рівномірне або локалізоване з урахуванням розташування робочих місць) і комбіноване, коли до загального освітлення додається місцеве. Застосування одного місцевого освітлення не допускається, тому що різкий контраст між яскраво освітленими й неосвітленими місцями стомлює очі, сповільнює швидкість роботи й нерідко є причиною нещасних випадків.

Характеристика приміщення ділянки різання:

– характер робіт	середня точність
– розмір об'єкта розпізнавання, мм	від 0,5 до 1
– розряд зорової роботи	IV
– підрозряд роботи	B
– контрастність об'єкта розпізнавання	середня
– фон	середній
– E_H – штучна, лк	300

4.4 Санітарно – побутові приміщення

Санітарні вимоги до виробничих приміщень залежать від їхнього призначення.

Обсяг виробничого приміщення на одного робітника, на ділянці, становить $14,5\text{ м}^3$, по нормах площа на одного робітника доводиться $4,5\text{ м}^2$, що відповідає фактичним значенням.

Виробниче приміщення розташоване з урахуванням послідовності виробничих операцій, що виключає перетинання технологічних потоків. Виробничий процес на ділянці практично автоматизований на 70%, керування технологією здійснюється в кабінах. Ділянка має примусовий відвід тепла, газів і вологи через витяжні парасолі.

Конструкція стін, вікон, стель і т.п. у виробничому приміщенні відповідає нормам санітарії й забезпечують сприятливі умови праці робочому персоналу.

До числа побутових відносяться приміщення для задоволення санітарних і побутових потреб трудящих під час перебування їх на роботі: приміщення для прийому їжі, гардеробні, душові, убиральні, умивальні, курильні, обігрівання трудящих і питного водопостачання. В зв'язку з тим що ділянка має велику кількість людей побутові приміщення розташовуються в безпосередній близькості з виробничими будівлями.

Состав устаткування й устрій побутових приміщень залежить від санітарної характеристики виробничих процесів. Ділянка відноситься до 2 групи, у якій виробничі процеси відбуваються при несприятливих умовах (гарячий запилений цех). У цеху є буфет із цілодобовим режимом роботи на 26 посадкових місць, у якому робітники можуть придбати гарячу їжу. Крім цього на ділянці є кімната прийому їжі забезпечена: електрокипятильниками, сатураторами газ води, холодильником.

У цеху є здравпункт, на ділянках обладнані санітарні пости, укомплектовані аптечками й іншими медичними препаратами.

4.5 Виробничий шум, виробнича вібрація

По походженню шум буває механічний, виникаючий у результаті тертя вузлів і деталей механізмів і машин на холостому й робочому ході; аерогідродинамічний, що виникає при великих швидкостях руху потоків повітря, газів, рідин; імпульсний, виникаючий у результаті зіткнення твердих тіл; термічний, генеруємий при згорянні газоподібного палива в паливних і форсуночних пристроях. Джерелами шуму на ділянці блюмінга є: приводи ножиць, рольгангів, робочої кліті; також шум виникає при ударах злитка об рольганг, робітники валки, упор ножиць.

Шум різної інтенсивності й частоти, довгостроково впливаючи на працюючих, приводить до зниження гостроти слуху, а згодом до розвитку професійної глухоти. Шум також негативно впливає на фізіологічні функції організму людини. Будучи зовнішнім подразником, що сприймається й

аналізується корою головного мозку, шум приводить до перенапруги центральної нервової системи й розладу функцій внутрішніх органів і систем людини.

Для зменшення шуму в джерелі його утворення заміняють ударні взаємодії деталей ненаголошеними, зворотно–поступальні рухи – обертальними; демпфують коливання деталей що вдаряються й окремих вузлів агрегату шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя: гумою, пробкою, бітумом, бітумними картонами, повстю, азбестом й ін.; зменшують інтенсивність вібрацій деталей агрегатів шляхом облицювання цих поверхонь. Як індивідуальний захист застосовуються навушник–малогабаритні для захисту від шуму з рівнем 110 дБ ВЦНПОТ–4А (ТУ 400–28–127–76).

Для ослаблення вібрацій всі агрегати, що створюють вібрації (робочі машини, двигуни, вентилятори й т.п.), установлюють на самостійних фундаментах, віброізованих від підлоги й інших конструкцій будинків, або на спеціально розрахованих амортизаторах зі сталевих пружин або пружних матеріалів. Для ослаблення передачі вібрацій і шуму по повітряводам і трубопроводах приєднання їх до вентиляторів і насосів виконується за допомогою гнучкої вставки із прогумованої тканини або гумового патрубку.

4.6 Виробничі випромінювання

Для створення сприятливих умов праці важливе значення має раціональне освітлення. Незадовільне освітлення утрудняє проведення робіт, веде до зниження продуктивності праці і працездатності очей і може бути причиною їх захворювань і нещасних випадків.

На промислових підприємствах штучне освітлення підрозділяється на робоче (для проведення робіт в темний час доби або в місцях без достатнього природного освітлення), аварійне (для проведення роботи при аварійному відключенні робочого освітлення), евакуаційне (аварійне освітлення для евакуації людей з приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення)

і охоронне. При необхідності частина світильників того або іншого виду освітлення може використовуватися для чергового освітлення.

Штучне освітлення проектується двох систем: загальне (рівномірне або локалізоване з урахуванням розташування робочих місць) і комбіноване, коли до загального освітлення додається місцеве. Застосування одного місцевого освітлення не допускається, оскільки різкий контраст між яскраво освітленими і неосвітленими місцями стомлює очі уповільнює швидкість роботи і нерідко являється причиною нещасних випадків.

Характер зорової роботи – високій точності, розряд зорової роботи III, підрозряд роботи – B, контрастність об'єкту з фоном – середня, фон – середній, освітлення – комбіноване з газорозрядними лампами серії ВЛВ, ВЛК, ЛОУ. Освітленість ділянки не менше 750лк.

4.5.3 Санітарно – побутові приміщення

Об'єм виробничого приміщення на одного робітника, на ділянці, складає $15,1\text{м}^3$, по нормах площа на одного робочого доводиться $4,6\text{м}^2$, що відповідає фактичним значенням.

Виробниче приміщення розташоване з урахуванням послідовності виробничих операцій, що виключає перетин технологічних потоків. Виробничий процес на ділянці практично автоматизований на 70%, управління технологією здійснюється в кабінах. Ділянку має примусове відведення тепла, газів і вологи через витяжні парасольки.

Конструкція стін, вікон, стель і тому подібне у виробничому приміщенні відповідає нормам санітарії і забезпечують сприятливі умови праці робочому персоналу.

До побутових відносяться приміщення для задоволення санітарних і побутових потреб трудящих під час перебування їх на роботі: приміщення для прийому їжі, вбиральні, душові, туалети, вмивальні, курильні, обігріву трудящих і питного водопостачання. Оскільки ділянка має велику кількість людей побутові

приміщення розташовуються в безпосередній близькості з виробничою будівлею.

У цеху є здоровпункт, на ділянках обладнані санітарні пости, укомплектовані аптечками і іншими медичними препаратами.

4.5.4 Виробничий шум, виробнича вібрація

За походженням шум буває механічний, такий, що виникає в результаті тертя вузлів і деталей механізмів і машин на холостому і робочому ходах; аерогідродинамічний, такий, що виникає при великих швидкостях руху потоків повітря, газів, рідин; імпульсний, такий, що виникає внаслідок зіткнення твердих тіл; термічний, такий, що генерується при згоранні газоподібного палива в пристроях форсунок. Джерелами шуму на ділянці слябінгу є: приводи ножиць, рольгангів, робочої кліті, кантувальника; також шум виникає при ударах злитка об рольганг, робочі валяння, упор ножиць.

Шум різної інтенсивності і частоти, тривало впливаючи на тих, що працюють, приводить до пониження гостроти слуху, а згодом до розвитку професійної глухоти. Шум також негативно впливає на фізіологічні функції організму людини. Будучи зовнішнім подразником, який сприймається і аналізується корою головного мозку, шум приводить до перенапруження центральної нервової системи і розладу функцій внутрішніх органів і систем людини.

Для ослаблення вібрацій всі агрегати, що створюють вібрації (робочі машини, двигуни, вентилятори і т. п.), встановлюють на самостійних фундаментах, віброізолюваних від підлоги і інших конструкцій будівель, або на спеціально розрахованих амортизаторах із сталевих пружин або пружних матеріалів. Для ослаблення передачі вібрацій і шуму по повітряводам і трубопроводах приєднання їх до вентиляторів і насосів проводиться за допомогою гнучкої вставки з прогумованої тканини або гумового патрубку.

4.6 Заходи по техніці безпеки

Електрообладнання ділянки відноситься до установок до 1000В. Умови безпечної експлуатації залежать значною мірою від захищених пристроїв.

Всі струмопровідні частини ізольовані. Як захисна ізоляція застосовують теплостійкі лаки, електроізолюючі плівки, емалеві і масляні фарби.

Покриття повинні швидко сохнути, добре зв'язуватися з поверхнею, що покривається, утворювати на ній струмонепровідну плівку, вологонепроникну, механічно міцну плівку. Для захисту від короткого замикання використовують швидкодіючий релейний захист і вимикачі, плавкі запобіжники. На всіх частинах обладнання, що обертаються, повинні бути встановлені захисні щити, кожухи.

На вантажопідйомному обладнанні крім перерахованих вище вимог повинні бути встановлені обмежувачі вантажопідйомності, а також бути відсутнім мимовільне опускання вантажу. Робота вантажопідйомних машин і пристроїв для транспортування вантажів у момент пусків повинно супроводжуватися звуковими сигналами.

Дотримання всіх норм і правил техніки безпеки призводить до значного зниження нещасних випадків на виробництві.

4.6 Заходи пожежної безпеки

Ділянка має категорію по пожежонебезпеці Г (негорючі речовини розпечені або розплавлені, і горючі речовини спалюються або утилізуються як паливо). Будівля металургійної ділянки ставиться до 1 ступеня вогнебезпечності (будівлі з несучими й конструкціями, що обгороджують, із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів).

До первинних засобів пожежогасіння в цеху відносять: вогнегасники ОП–92шт., пожежний інвентар (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні цебра, совкові лопати); пожежний інвентар (багри, ломи, сокири й ін.).

Цех має внутрішній протипожежний водопровід з пожежними кранами й рукавами.

На території комбінату забороняється:

- курити в неналежних місцях, а курити необхідно в спеціально відведених місцях;
- закривати й захаращувати фраги, проїзди, під'їзди й підходи до будівель, водопроводам і пожежним гідрантам;
- виключати окремі ділянки водогінної мережі, внутрішні пожежні крани, знижувати встановлений тиск у мережах;
- допускати до вогневих робіт осіб не минулий інструктаж пожежного тиж мінімуму;
- користуватися водою з пожежних водойм і засобами пожежогасіння не по прямому призначенню;
- застосовувати відкритий вогонь при огляді устаткування.

ВИСНОВКИ

1. Ознайомлення з технологією та обладнанням прокатного цеху ВАТ «Дніпрспецсталь» показало, що одним із основних «вузьких місць» є незадовільна робота ножиць з зусиллям різання 12, 5 МН, а саме механізму зрівноваження, що пов'язано з частими ремонтами.

2. На підставі приведеного огляду й аналізу технічної та патентної літератури встановлено, що для різання прокату застосовуються найрізноманітніші конструкції ножиць, серед яких перевага надається ножицям з паралельними ножами, які мають ті ж недоліки, що і обладнання прокатного цеху.

3. В результаті модернізації механізму зрівноваження досягнуто наступних цілі – збільшення терміну служби, а також збільшення міжремонтних періодів.

4. Виконані розрахунки на міцність найбільш навантажених деталей та вузлів, які вказують на достатньо високі працездатність та надійність машини.

5. Для забезпечення необхідних показників роботи ножиць слід враховувати вимоги щодо її монтажу та експлуатації, які наведено в розділі 3, а для задовільної роботи обладнання цеху в цілому необхідно застосувати заходи, які наведено в розділі 5.

7. Для покращення екологічного стану в цеху необхідно підвищити продуктивність вентиляційного обладнання на 22...25 %.

8. Результати роботи можуть бути використані не тільки на ПрАТ «Дніпрспецсталь», але й на інших підприємствах чорної та кольорової металургії, де функціонує аналогічне обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологічні машини: підручник для студентів спеціальностей механічної інженерії закладів вищої освіти./ Гнітько С.М., Бучинський М.Я., Попов С.В., Чернявський Ю.А. - Харків: НТМТ, 2020. 258 с.\
2. Сердюк І.А., Сердюк А.І., Куркчи В.Н., Савченко В.Г. Технологія прокатного виробництва в прикладах і розрахунках. Частина 2. Виробництво сортового прокату. - Маріуполь: ПДТУ, 2006 - 367 с. Навчальний посібник.
3. Теорія процесів обробки металів тиском: Підручник [Текст] / В.М. Данченко, В. О. Гринкевич, О.М. Головка. – Дніпропетровськ: Пороги, 2008. – 370 с.
4. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Механічне обладнання металургійних заводів» (устаткування прокатних цехів) для студентів спеціальності 133 «Галузь машинобудування» Заняття № 8-15 / Укл. Добронос Ю.К.- Краматорськ: ДДМА, 2019. - 50с.
5. Проектування обладнання галузевого машинобудування: Шпindelльні вузли на опорах кочення. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою „Технології комп’ютерного конструювання верстатів, роботів та машин“ спеціальності 131 „Прикладна механіка“; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,9Мбайт). –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 135 с.
6. Пат. 122009 Україна, МПК В23D19/00. Спосіб розташування дискових ножиць в потоці прокатного стана / Боровік П. В.; заявник і патентовласник Донбаський державний технічний університет. – №201706423; заявл. 23.06.2017, опубл. 26.12.2017, Бюл №24.
7. Пат. 87339 Україна, МПК В23D19/00. Спосіб подачі листа в дискові ножиці гарячого різання / Боровік П. В., Селезньов М.Є.; заявник і

- патентовласник Донбаський державний технічний університет. – №201306139; заявл. 17.05.2013, опубл. 10.02.2014, Бюл №3.
8. Металопродукція. Методи вимірювання відхилів форми : ДСТУ 6026:2008 / ГОСТ 26677-2008. – Чинний від 2013-01-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 23 с. – (Держспоживстандарт України).
 9. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник. 2-ге вид. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
 10. Васильченко Т.О, Шевченко І.А, Гречаний О.М. Опір матеріалів : навчально-методичний посібник Запоріжжя : ЗНУ, 2020. – 263 с.
 11. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник. Харків: Харківський політехнічний інститут, 2020.
 12. Жук А. Я., Желябіна Н. К. Основи розрахунків приводів машин: Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 1996. 145 с.
 13. Жук А. Я., Малишев Г. П. Основи технічного діагностування: навч-метод. посіб.– Запоріжжя: ЗДІА, 2007. – 114 с.
 14. Кравченко В. М., Іщенко А. О., Сидоров В. А., Буцукін В. В. Експлуатація та обслуговування машин. Донецьк: Донбас, 2014. 543 с.
 15. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин: Підручник.– 3-є вид., перероб. і доп. – К.:НМК ВО, 1992. – 368с.
 16. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин : підручник. 4-е вид., перероб. і доп. Донецьк: ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2008. 379 с.
 17. Ремонт металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 236 с.
 18. Технічне обслуговування металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 288 с.
 19. Півняк Г.Г., Бешта О.С., Фількін М.П. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. 352с.

20. Охорона праці на гірничо–металургійному підприємстві: навч. посібник. Ч.І: Металургійний комплекс. / В.О.Шеремет та ін. Дніпропетровськ: Січ, 2002. 375 с.
21. НПАОП 0.00–4.01–08 Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту [Електронний ресурс] // Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=28566.
22. ДСН 3.3.6.042–99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
23. ДБН В.2.5–28–2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] // Мінбуд України. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5–28–2006.pdf](http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5-28-2006.pdf).
24. Геврик Е. О. Охорона праці. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / Е. О. Геврик. – К: Ельга, Ніка–центр, 2003. – 280 с.
25. Румянцев В. Р. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та техногенна безпека» у дипломних роботах (проектах) для студентів ЗДІА спеціальностей МЧМ, МБ та інші / В. Р. Румянцев, І. О. Ткаліч. – Запоріжжя: ЗДІА, 2012. – 16 с.
26. Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека. Навч. посіб. / К. Н. Ткачук та ін. – К: Основа, 2009. – 360 с.

ДОДАТКИ