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 натискного механізму стану блюмінг 1050 в умовах прокатного цеху ПрАТ «Дніпроспецсталь».

Виконав: студент групи 6.1332-с

Матвєєв Б.С.
(ПІБ) (підпис)

спеціальності

133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

спеціалізація

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма
Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Керівник Васильченко Т.О.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя – 2025 року

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

Кафедра металургійного обладнання

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Спеціалізація
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедрою А.О. Власов

_____

“____” _____20___ року

Завдання
до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

Матвєєву Богдану Ігоровичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема бакалаврської роботи: Модернізація натискного механізму стану блюмінг 1050 в умовах прокатного цеху ПрАТ «Дніпроспецсталь» .керівник бакалаврської роботи доц. Васильченко Т.О. . затверджені наказом вищого навчального закладу від “27“ грудня 2024 року № 2031-с.
2. Строк подання студентом магістерської роботи 14 червня 2025 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. Стан 1050 Вид загальний – 1А1; 2.РВузол подушок - 1А1; 3. Черв’ячне колесо - 1А2;4.Строповка гайки – 1А1; 5. Витяжна вентиляція – 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 проєктування	13.05.2025–20.05.2025	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проєктування	21.05.2025 – 27.05.2025	
3	Виконання теоретичної частини проєкту	26.05.2025 – 29.05.2025	
4	Виконання графічної частини проєкту	30.05.2025 – 05.06.2025	
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	06.06.2025 – 10.06.2025	
6	Перевірка проєкту консультантами	11.06.2025 – 13.06.2025	
7	Попередній захист проєкту	14.06.2025	
8	Переплітання пояснювальної записки	Згідно з графіком	
9	Захист проекту у ДЕК	Згідно з графіком	

Студент _____ Б.І. Матвєєв
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської роботи _____ Т.О. Васильченко
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Матвєєв Б.І. Модернізація натискного механізму стану блюмінг 1050 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, 2025.

В даному проекті пропонується застосування металевого сильфону, який герметично з'єднується нижнім кінцем з подушками валків, а верхнім із станиною. Створюються оптимальні умови змащення.

На основі виконаних розрахунків динамічних навантажень встановлені розміри сильфону, місце монтажу на обладнанні.

Результати роботи можуть бути рекомендовані для впровадження в прокатному виробництві.

Ключові слова: ПРОКАТКА, ЗУСИЛЛЯ ПРОКАТКИ, РОБОЧА КЛІТЬ, ВАЛКИ, ГВИНТОВА ПАРА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПРИВІД, СИЛЬФОН, ЗМАЩЕННЯ, ТВЕРДІСТЬ, МІЦНІСТЬ.

ABSTRACT

Matveev B.I. Modernization of the pressing mechanism of the blooming 1050 mill in the rolling shop of PrJSC "Dniprospetsstal"

Qualifying thesis for obtaining a bachelor's degree in higher education, specialty 133 - Industrial engineering, adviser T.O. Vasilchenko. Zaporizhzhia National University, Engineering Educational and Scientific Institute them. Yu.M. Potebni, Department of Metallurgical Equipment, 2025.

This project proposes the use of a metallic bellows, which is hermetically connected at the lower end to the roll chocks and at the upper end to the mill housing. This ensures optimal lubrication conditions

Based on the performed dynamic load calculations, the dimensions of the bellows and its installation location on the equipment have been determined. The results of the work can be recommended for implementation in rolling production.

Keywords: ROLLING, ROLLING FORCE, WORKING STAND, ROLLS, SCREW PAIR, ELECTROMECHANICAL DRIVE, BELLOWS, LUBRICATION, HARDNESS, STRENGTH.

ЗМІСТ

ВСТУП 8
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 9
1.1 Загальні відомості про підприємство 9
1.2 Вантажопотоки прокатного цеху 10
1.3 Технологія прокатки на стані 13
1.4 Технічні особливості механічного устаткування прокатного цеху 15
1.4 Вузькі місця прокатного цеху 26
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 27
2.1 Огляд й аналіз натискних механізмів прокатних станів 27
2.2 Електромеханічний привод натискних механізмів 27
2.3 Гідравлічні й гідромеханічні натискні механізми 29
2.4 Опис конструкції й принципу роботи натискного механізму стану блюмінг 1050 32
2.5 Критичний огляд й аналіз проблем роботи натискних механізмів та пропозиція щодо модернізації стану блюмінг 1050 34
2.6 Розрахунок сильфону натискного механізму 37
2.7 Визначення крутного моменту і потужності електродвигуна привода натискного механізму 42
2.9 Розрахунок гвинтової передачі 45
3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА 48
3.1 Розрахунок фундаменту під робочу кліть обтискного стану 1050 48
3.2 Розрахунок анкерних болтів кріплення кліті 51
3.3 Розрахунок площі пакета підкладок під робочу кліть 52
3.4 Розрахунок площі паза під анкерний болт 54
3.4 Такелажні роботи 55
3.4 Розрахунок строповки зубчатого колеса приводу натискного механізму 57
3.5 Розрахунок строповки гайки приводу натискного механізму 59
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА 62

4.1 Виявлення та оцінка шкідливих факторів виробничого середовища 62
4.3 Технічні рішення по гігієні праці і виробничій санітарії 66
4.3.1 Мікроклімат 66
4.3.2 Освітлення виробничих приміщень 69
4.3.3 Виробничий шум 73
4.3.4 Виробничі випромінювання 74
4.3.5 Гігієна праці 75
4.4 Заходи пожежної безпеки 76
ВИСНОВКИ 78
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 79
ДОДАТКИ 82

ВСТУП

Постійне вдосконалення металургійного обладнання є ключовим чинником забезпечення конкурентоспроможності підприємств в умовах сучасного промислового виробництва. Одним із пріоритетних напрямів технічного розвитку є модернізація основних технологічних агрегатів, зокрема прокатних станів, які відіграють важливу роль у виготовленні сортового та заготовочного прокату.

ПрАТ «Дніпроспецсталь» — одне з провідних підприємств України, що спеціалізується на випуску високоякісної металопродукції, у тому числі з використанням великосортного стану типу блюмінг 1050. Надійність і стабільність його роботи мають прямий вплив на продуктивність усього прокатного цеху, а також на якість кінцевої продукції.

Натискний механізм, який забезпечує регулювання зазору між валками, є одним з найбільш навантажених і відповідальних вузлів стану. Експлуатаційна практика показала, що існуюча конструкція має низку недоліків, які знижують ефективність роботи обладнання, зокрема нестабільність положення валків під дією динамічних навантажень. Це призводить до порушення геометричних параметрів прокату, зростання зносу вузлів та збільшення простоїв.

Метою даної дипломної роботи є розробка та технічне обґрунтування модернізації натискного механізму стану блюмінг 1050, яка дозволить усунути виявлені недоліки, підвищити надійність і довговічність механізму, зменшити втрати на ремонт та технічне обслуговування, а також забезпечити стабільність прокатного процесу.

У межах проєкту передбачено аналіз існуючого технічного стану обладнання, визначення причин його недостатньої ефективності, розробка нової конструкції окремих вузлів, розрахунок на міцність, а також обґрунтування доцільності впровадження модернізації в умовах діючого виробництва.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про підприємство

Історія ПрАТ «Дніпроспецсталь» починається з будівництва у складі великого промислового комплексу на Дніпрі, який об'єднував підприємства чорної металургії, зокрема з виробництва чавуну, сталі, листового і сортового прокату, феросплавів і вогнетривів. Важливою віхою в історії підприємства стала перша плавка сталі, здійснена 10 жовтня 1932 року в електросталеплавильному цеху. Ця дата офіційно вважається днем заснування заводу, що з 1939 року функціонує як самостійне підприємство.

На сьогодні сталеплавильна база «Дніпроспецсталі» представлена трьома електросталеплавильними цехами з відкритими дуговими печами на 30–60 тонн, однією індукційною піччю на 8 тонн, а також сучасними потужностями з переплаву металу: електрошлаковим (1–20 т) і вакуумно-дуговим (1–6 т). Для покращення якості продукції сталь додатково обробляється у ковшах, вакуумується, а також рафінується методом AOD (газокисневе рафінування) — особливо ефективним для отримання корозійностійких марок сталі з низьким вмістом вуглецю.

Виробництво високоякісних сталей здійснюється також методом електрошлакового переплаву, що дозволяє отримати метал зі зниженим вмістом шкідливих домішок і покращеною структурою. Для виготовлення особливо відповідальних марок сталі (підшипникова, інструментальна, нержавіюча) застосовується технологія вакуумно-дугового переплаву. Заготівки для цих процесів отримують за допомогою напівбезперервного розливання сталі.

Прокатне виробництво представлено цехом, до складу якого входять стани різного призначення: блюмінг «1050/950» для отримання масивних заготовок та сортові стани «550», «325» і «280». У калібрувальному виробництві випускається пруткова продукція у широкому діапазоні розмірів — від 2 мм до 45 мм у прутках і до 12 мм у мотках. Прутки можуть мати спеціальну поверхневу обробку із

забезпеченням точності відповідно до класів h9-h2 для діаметру 2–10 мм та h10-h2 — для діаметру 10–50 мм.

Ковальсько-пресовий цех спеціалізується на виробництві поковок великого перерізу (від 180 до 550 мм для круга та квадрата, смуги — до 800 мм шириною) з різних сталей. Цех оснащений потужними гідропресами (60 і 32 МН), маніпуляторами вантажопідйомністю 10 і 5 тонн, термічними ділянками, зонами обробки та УЗК-контролю. Окремо функціонує ковальський цех, де виготовляють профільні заготовки, важкодеформовані деталі та залізничні осьові елементи. Тут застосовуються радіально-кувальні машини фірми «GFM» потужністю 10 і 3,4 МН та пневмомолоти на 1–3 т.

Завдяки широкому спектру термічних операцій, що проводяться у відповідних цехах (відпали, нормалізація, гарт, термообробка), та унікальному комплексу фінішної обробки, підприємство забезпечує високу якість готової продукції. На заключному етапі метал обробляється на автоматизованих лініях обточування, правки та полірування, що дозволяє випускати продукцію з діаметром 12–200 мм у відповідності до міжнародних стандартів.

Таким чином, ПрАТ «Дніпроспецсталь» є багатопрофільним металургійним підприємством із замкнутим технологічним циклом — від плавки сталі до фінішної обробки виробів — здатним забезпечити виробництво сталей підвищеної якості для найвимогливіших галузей машинобудування, енергетики, транспорту та оборонної промисловості.

1.2 Вантажопотоки прокатного цеху

У прокатному виробництві ПрАТ «Дніпроспецсталь» процес передавання зливків зі сталеплавильного підрозділу до прокатного цеху супроводжується суворим контролем якості. Підставою для подальшого використання сталі є аналізна карта плавки, оформлена експрес-лабораторією сталеплавильного цеху. Вона підтверджується висновком відділу технічного контролю (ВТК) щодо відповідності хімічного складу та властивостей металу чинним нормативам.

Доставка зливків здійснюється залізничним транспортом безпосередньо до нагрівальних колодязів обтискного стану. Характеристики продукції, зокрема геометричні параметри заготовок, термічна обробка, вимоги до стандартів чи ТУ, фіксуються у відповідній робочій карті прокатного стану.

Перед посадкою зливків у нагрівальні колодязі краном типу "кліщовий" температура поверхні зливка перевіряється нагрівальником у присутності контролера ВТК за спеціальною таблицею або за температурними кривими. Посадка дозволяється лише після погодження з представником технічного контролю.

Нагрівання як гарячих, так і холодних зливків виконується в рекуперативних колодязях. У прольоті встановлено 12 груп, кожна з яких складається з двох комірок розмірами 5,54×4,65×3 м. Транспортування нагрітих заготовок до стану виконується зливковозом.

Прокатка здійснюється на блюмінгу типу "1050-950", що має лінійну конфігурацію і складається з двох дуо-клітей реверсивного типу: обтискної з валками діаметром 1050 мм і заготовочної з валками 950 мм. Введений в експлуатацію у 1955 році, стан двічі модернізувався — у 1966 та 1998 роках. Основні параметри зливків подані у таблицях 1.1 (по виливниці) та 1.2 (злитки ВДП і ЕШП).

Після прокатки заготівки обрізають до необхідної довжини, маркують і подають у кишені. Звідти продукція передається кранами залежно від замовлення: у колодязі охолодження, на проміжні майданчики або безпосередньо у вагони. Охолодження виконується природним шляхом на повітрі або в спеціальних колодязях, згідно з маркою сталі. Відтак метал або йде на фінішну обробку, або надходить до термічного цеху для подальшої термообробки.

Ділянка травлення перед прокаткою представлена двома окремими лініями, кожна з яких керується з автономного пульта. Завантаження й вивантаження здійснюється кранами.

Стан «1050-950»: ад'юстажна обробка

- **а)** заготовки для подальшої прокатки;
- **б)** готовий сортовий прокат.

Стан «550»: середньосортовий прокат

Стан складається з чотирьох клітей: обтискної (I, типу «тріо»), двох чорнових (II–III, «тріо») та чистової (IV, «дуо»). Він орієнтований на виробництво прокату перерізом від 45 до 130 мм. Запущений у 1951 році, реконструйований у 1988. Подача заготовок квадратного перерізу (135–147 мм і 175–190 мм) здійснюється зі складу. Нагрівання — в методичних печах з нижнім нагрівом, торцевим завантаженням і розвантаженням.

Після прокатки заготовки піддаються контролю: перевіряється геометрія профілю, відсутність вад на опадах. Метал ріжеться роторними пилами, після чого маркується і охолоджується або на повітрі, або в 10 колодязях.

Дрібносортні стани «325» і «280»

На кожному з цих станів по дві методичні печі для нагріву, з нижнім нагріванням, торцевою подачею і бічною видачею.

Розміри печей:

- стан «325» — 15200×2761 мм;
- стан «280» — 13000×2155 мм.

Технічна характеристика :

Параметр	**Стан 325**	**Стан 280**
Тип стану	Лінійний	Лінійний
Кількість ліній	2	3
Кліті: обжимна / чорнова / чистова	3 / — / 5	1 / 2 / 7
Потужність (кВт):		
— обжимна лінія	800	550
— чорнова лінія	—	580
— чистова лінія	1250	1200

Параметр	Стан 325	Стан 280
Перетин заготовки (мм)	85–105	85–110

Прокатка ведеться за заданими технологічними схемами. Якість поверхні перевіряється візуально на протравлених пробах. Метал ріжеться ножицями холодного різання за допомогою профільних ножів, після чого маркується і охолоджується — у термостатах або на повітрі.

Ад'юстаж і маркування

Фінішна обробка проводиться на спеціалізованих лініях із правкою, шліфуванням і безцентровою токарною обробкою. Маркування наносять на станах:

- «950» і «550» — на торцях;
- «325» і «280» — на бічній поверхні (на 30–150 мм від торця);
- для мотків — на бірках.

В маркуванні зазначається клеймо ОТК, марка сталі (або її умовне позначення), номер плавки, злитка, штанги тощо. Прутки зв'язуються в пачки з орієнтацією таврованих торців в один бік.

У сортаменті:

- стан «325» — круг 22–42 мм, квадрати, смуги, шестигранник;
- стан «280» — прутки 10–22 мм, бухтовий прокат 8–13 мм, арматура.

1.3 Технологія прокатки на стані

Технологічний процес обробки металевих зливків на металургійному підприємстві можна поділити на чотири основні етапи. Основна увага приділяється етапам нагрівання, транспортування та прокатки зливків, а також заходам для забезпечення якості кінцевої продукції та економічної ефективності процесу.

Зливки, які надходять зі сталеплавильного цеху, спочатку поміщаються у спеціальні нагрівальні колодязі. Для нагрівання використовуються два основні типи колодязів: рекуперативні та регенеративні. Завдання цього етапу –

підвищити температуру зливків до 1260–1300 °С, що дозволяє уникнути руйнувань під час подальшої прокатки. Зливки вантажать у вертикальному положенні, що полегшує процес їх нагрівання. Температура нагріву та час витримки зливків у колодязях строго контролюються, щоб уникнути утворення тріщин та забезпечити рівномірний нагрів. Для різних типів сталі, наприклад, середньовуглецевої, високовуглецевої та легованої, передбачені різні температурні режими: для холодних зливків температура не повинна перевищувати 600–700 °С. Загальний цикл нагрівання займає від 11 до 16 годин, залежно від початкової температури зливків.

У сучасній металургії переважно практикується нагрівання понад 90% зливків до 800–900 °С, що значно скорочує тривалість нагрівання і знижує витрати палива, що робить виробництво економічно вигіднішим. У разі, якщо зливки подаються гарячими, тобто з температурою від 400 до 1000 °С, час нагрівання суттєво скорочується до 2,5–3 годин, що також сприяє економії ресурсів.

Після завершення нагрівання зливки транспортуються до прокатного стану, де вони проходять через приймальний рольганг для автоматичного зважування. Для забезпечення безперервної роботи прокатного стану нагрівальні колодязі можуть бути розташовані перпендикулярно до основного цеху, що дає змогу зливковозам швидше доставляти матеріал. Для рівномірної подачі зливків часто використовується кільцева система транспортування, де зливковози рухаються замкнутим кільцевим шляхом уздовж ряду нагрівальних колодязів.

Перед початком прокатки зливки розвертають на 180°, щоб покращити захоплення валками. Процес прокатки включає кілька послідовних проходів валками, що дозволяє досягти необхідної товщини та форми металевого листа. У середньому для виготовлення блюму чи слябу потрібно від 9 до 17 проходів, залежно від початкових розмірів зливка. Один цикл прокатки триває 40–70 секунд, а температура передньої частини металу після прокатки складає 1050–1150 °С. Щоб видалити поверхневі дефекти, розкат піддається вогневій зачистці.

Потім обрізаються передні та задні кінцеві частини розкату, які мають дефекти. Для зливків спокійної сталі обрізка може становити до 10–14% від довжини розкату з головної частини і до 2–3% з донної частини. Ці обрізки транспортуються на скрапний двір для подальшого переплавлення.

Отже, кожен етап технологічного процесу спрямований на оптимізацію витрат, підвищення продуктивності й забезпечення якості готової продукції. Наприклад, зниження витрат на паливо досягається шляхом регулювання температури зливків та швидкості їх подачі до нагрівальних колодязів. Контроль температурних режимів та послідовність прокатних операцій забезпечують стабільну якість металу і мінімізують втрати, пов'язані з обрізкою дефектних ділянок розкатів.

Технологічний процес обробки зливків у металургії є багатоступеневим і потребує детального контролю на кожному етапі.

1.4 Технічні особливості механічного устаткування прокатного цеху

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 переточенних 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 стана «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
Заготівельна	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.

Виїмку 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 заготовочної 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 потокових 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 заготовочного 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 різу 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 різу 1250 т призначені для подачі розкатів до ножиців.

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

Таблиця 1.2– Характеритика 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.Віводячий рольганг	8400	8	1200	1-4	350	600	ДП-42	21
6.Здвоєний рольганг:	15600	13	600	3,7	350	700	АР-73-12	3,5
лівий	15600	13	600	5,22	350	1500	АР-73-10	5
правий								
7.Рольганг перед	16040	15	1035 1100 1200	1-5,5	380	2400	ДП-32	12

заготівельно ю кліттю								
8. Холостий рольганг	14400	13	1200	-	380	2400	-	-
9.Розподіль ний рольганг: лівий	23700	20	1200	5,22	350	600	АР-73-12	3,5
правий	37500	32	1200	3,71	350	600	АР73-10	5

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.

Рольганг 1250-тонних ножиців, що відсувається, 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 (5×2400=12000мм). Хід візків 8600 мм зі швидкістю 1,2 м/с. Шлеппери приводяться в рух від електродвигуна МТВ-611-10 (Р=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 шлепперного полючи 35200 мм, крок шлепперів 2400 мм, кількість 14мм, довжина шлепперного полючи 33600 мм, хід візка - 10580 мм зі швидкістю 1,2 м/с. Привід здійснюється через трансмісійний вал і редуктор від електродвигуна перемінного струму (Р=45 квт, n=575 об/хв). Відстань від шлепперного 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.Рабочий хід лінійок:

правих, мм - 1800

лівих , мм - 1950

6.Скорость 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 кантуючи 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 РР2500.

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 (Р =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 короби, що установлені на поворотному колі діаметром 4600 мм. Вантажопідйомність поворотного кола 40 т, швидкість переміщення 0,06 м/с.

Ножиці зусиллям 1250 т (12500 кН) 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. - 1250
2. Перетин, що максимально розрізається, мм - 220х220
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 перетину 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 РР2500 призначені для різання в гарячому стані квадратних і круглих заготівель з углеродистых і легованих сталей, вони розташовані за розподільним рольгангом.

Технічна характеристика роторної пилки моделі РР250:

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, мм2 - 100000
8. Максимальний перетин, що розрізається, мм×мм - 360×360
9. Мінімальна температура заготівок, 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 заготівлі 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 заготівлі, 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) вихід з ладу прийомного рольгангу через поломку роликів;

8) вихід з ладу натискного механізму верхнього валка. Недоліком натискного механізму є наявність телескопічного пристрою для захисту натискного гвинта, який не дозволяє використовувати рідке мастило для змащення гвинтової пари.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Огляд й аналіз натискних механізмів прокатних станів

Щоб процес прокатки протікав нормально, валки повинні займати в робочій кліті певне положення. Для цього в кожній робочій кліті передбачені механізми й пристрої для вертикальної установки валків. Установка валків у вертикальній площині здійснюється за допомогою спеціального натискного механізму.

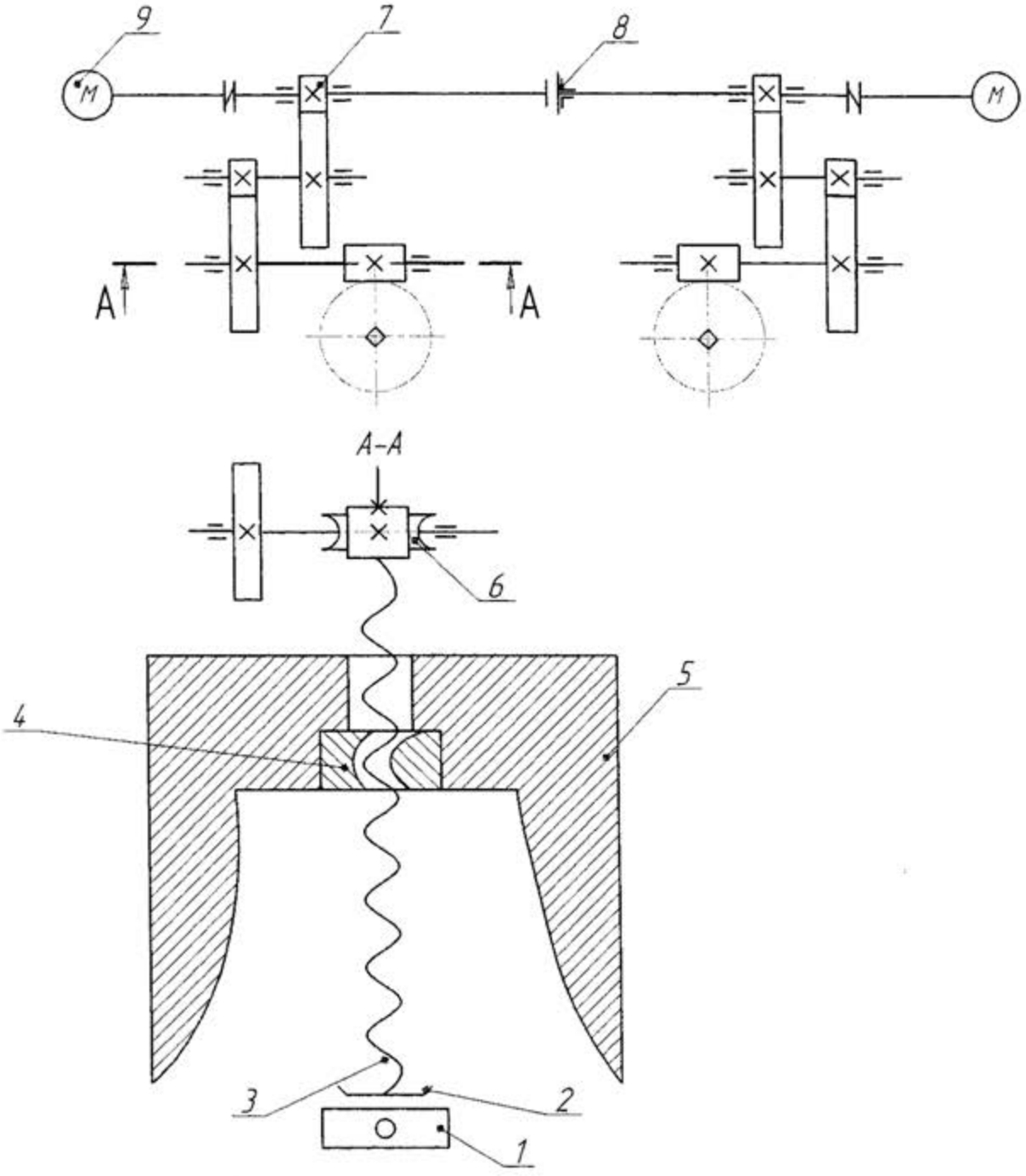
На всіх листових, штабових й обтискних станах положення нижнього валка з подушками й підшипниками в робочій кліті постійне. Тому зазор між валками регулюється переміщенням тільки верхнього валка за допомогою натискного механізму.

У сучасному прокатному виробництві на станах широке застосування знаходять натискні механізми, принцип дії яких заснований на електромеханічному, гідравлічному й гідромеханічному приводі. Всі ці види натискних механізмів мають як свої позитивні, так і негативні сторони.

2.2 Електромеханічний привод натискних механізмів

Очевидно, що для збільшення продуктивності стана час, який витрачається на установку верхнього валка, повинен бути мінімальним. Тому переміщення верхнього валка повинне відбуватися з великою швидкістю. Однак на станах, що прокатують тонкі листи й штаби, швидкість переміщення верхнього валка обмежується необхідною точністю установки валків у певнім положенні, тому ця швидкість повинна бути дуже невеликою (на тонколистових чотирьохвалкових станах вона становить близько 0,1мм/с

Крім того, швидкість переміщення натискних гвинтів залежить також від довжини шляху, що повинен пройти натискний гвинт при установці валка. Цей шлях на обтискних станах у багато разів більше, ніж на листових.



1 - подушка валка; 2 - підп'ятник; 3 - натискний гвинт; 4 - натискна гайка; 5 - станина; 6 - черв'ячне зачеплення; 7 - циліндричне зачеплення; 8 - зчіпна муфта; 9 – електродвигун

Рисунок 2.1- Схема тихохідного натискного механізму з електромеханічним приводом

На практиці застосовують наступні швидкості переміщення верхнього валка, мм/с (порівняльна характеристика):

Блюмінги	100—25 0
Слябінги	100—150
Товстолистові стани	5—25
Сортові стани	2—5
Тонколистові чотирьохвалкові стани	0,05 – 1,0

На чотирьохвалкових станах, що прокатують довгі штаби, для одержання заданої товщини штаби корегування обтиснення здійснюється в процесі прокатки, тому натискний механізм верхнього валка повинен бути розрахований на подолання максимального зусилля, що діє на валки в процесі прокатки. У наслідку застосування в приводі кожного гвинта черв'ячної передачі, ККД таких натискних механізмів невисокий.

2.3 Гідравлічні й гідромеханічні натискні механізми

У процесі прокатки товщина вихідної з валків штаби безупинно змінюється внаслідок мінливості товщини підкату при вході у валки, механічних властивостей штаби по довжині рулону, і т.д. Для визначення товщини штаби і її змін на стані перед і за валками встановлюють летучі мікрометри (контактного й безконтактні) різного типу. Зміна товщини штаби можна також фіксувати непрямим способом шляхом виміру зусилля прокатки месдозами, установленими під натискними гвинтами.

Показання цих приладів використаються в системах автоматичного регулювання товщини (САРТ) штаби в процесі прокатки з метою зниження поздовжньої й поперечної різнотовщинності.

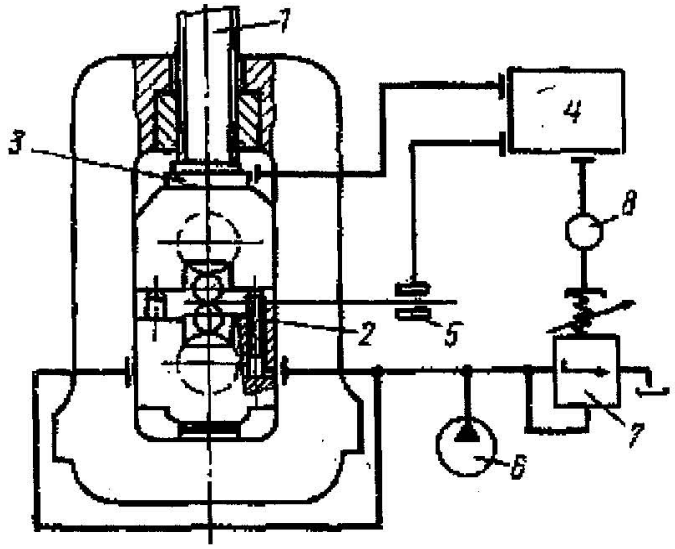
У натискних механізмах електромеханічного типу ці сигнали використовують для включення (вимикання) електродвигунів, тобто для обертання натискних гвинтів і зміни обтиснення штаби в процесі прокатки.

На практиці встановлено, що САРТ із використанням натискних гвинтів з електроприводом має істотний недолік - запізнювання регулювання різнотовщинності внаслідок інерційності електромеханічного привода натискних гвинтів (включення електродвигунів від імпульсів вимірювальних приладів і розгін редукторного привода натискних гвинтів вимагають 0,5-1 с; за цей період при швидкості прокатки 10-30 м/с штаба пройде шлях 5-30 м).

У деяких випадках робота САРТ при наявності електромеханічних натискних механізмів взагалі дає малий ефект внаслідок надзвичайно інтенсивного зношування різьбової пари натискний гвинт - гайка.

З метою підвищення швидкодії САРТ (що особливо важливо при високих швидкостях прокатки) широке поширення одержали гідравлічні (без натискних гвинтів й їхнього електропривода) і комбіновані (гідромеханічні) натискні механізми, що володіють значно меншої інерційністю.

У прокатних станах з гідравлічним натискним механізмом (рисунок 2.2) зусилля прокатки безпосередньо сприймають гідравлічні циліндри 1 (замість натискних гвинтів), під поршні 2 від акумулятора подається робоча рідина (масло) під постійним тиском, тому перед прокаткою штаби валки стана попередньо підгорнутий друг до друга з постійним зусиллям. Для регулювання зусилля попереднього нагружения валків і подушок і межвалкового зазору між подушками опорних валків установлені гідроциліндри 3, підключені до виходу гідророзподільника високого тиску 4, що працює від електродвигуна 5, що одержує імпульси на включення від вимірників товщини штаби. При цьому переміщається золотник гідророзподільника 4 і регулюється тиск масла під поршнями гідроциліндра 3. Зворотний зв'язок між положеннями поршнів циліндрів 1 і 3 здійснюється важелем 6, плечі якого опираються на золотник гідророзподільника 4 і штовхач 7, з'єднаний з поршнем 2.



1 - натискний гвинт; 2 - гідроциліндр; 3 - месдоза; 4 - запам'ятовувальний пристрій; 5 - товщиномір; 6 - масляний насос; 7 - регулятор тиску масла; 8 - електродвигун

Рисунок 2.2 - Комбінований гідромеханічний натискний механізм широкоштабового стана гарячої прокатки

При прокатці штаби месдоза сприймає зусилля прокатки й зусилля від плунжерів гідроциліндрів 2, величина цього сумарного зусилля подається в запам'ятовувальний пристрій 4, рівняється із заданим для даної товщини, вимірюваної товщиноміром 5, і підтримується постійної за допомогою гідроциліндрів, з'єднаних з масляним насосом 6.

Регулятор тиску масла 7 з'єднаний з гідроциліндрами напряму і управляється електродвигуном 8, що одержує імпульси від толщиноміра 5 через запам'ятовувальний пристрій 4.

Точність регулювання різнотовщинності обмежується величиною зміни пружної деформації робочої кліті, однак у більшості випадків на широкоштабових станах вона виявляється цілком прийнятною, тому такі САРТ штаби набутили широкого застосування. Ця система має велику надійність в експлуатації й майже безінерційна. Крім того, при неполадках у гідравлічному контурі натискний пристрій може працювати як звичайний електромеханічний, але з меншою точністю.

З перерахованих вище типів натискних механізмів найбільш зручним і практичним, є гідромеханічний натискний механізм, тому що він дозволяє працювати прокатної кліті навіть із натискним механізмом, що частково вийшов з ладу. Але через особливості конструкції робочої кліті стану слябінг модернізацію і реконструкцію будемо засновувати на базі електромеха-нічного натискного механізму, тобто змінювати кардинально всю систему натискного механізму не будемо, тому що цей процес є досить дорогим.

2.4 Опис конструкції й принципу роботи натискного механізму стану блюмінг 1050

На обтискних станах переміщення верхнього валка відбувається після кожного пропуску металу через валки, тому для скорочення паузи між проходами для установки верхнього валка застосовують швидкохідні натискні механізми із приводом від вертикальних фланцевих електродвигунів через циліндричні шестірні.

На рисунку 2.3, а - наведена кінематична схема натискного механізму, а на рисунку 2.3, б - загальний вид натискного механізму. Литий сталевий корпус 1 закріплений на станинах робочої кліті й зцентровано з ними двома настановними кільцями 2. У корпусі встановлена горизонтальна косозуба циліндрична передача із семи зубчастих коліс, що приводиться двома вертикальними фланцевими електродвигунами 3, вмонтованими на верхній частині корпуса 1. Шестірні 4 (рис. 2.3,а) насаджені безпосередньо на кінці валів електродвигунів і зчеплюються з паразитними колесами 5, які у сво0ю чергу передають обертання зубчастим вінцям 7, посадженим на високі маточини 8 із квадратними отворами. При обертанні коліс 7 і маточин 8 здійснюється обертання гвинтів у натискних гайках 9 і поступальне переміщення натискних гвинтів 10.

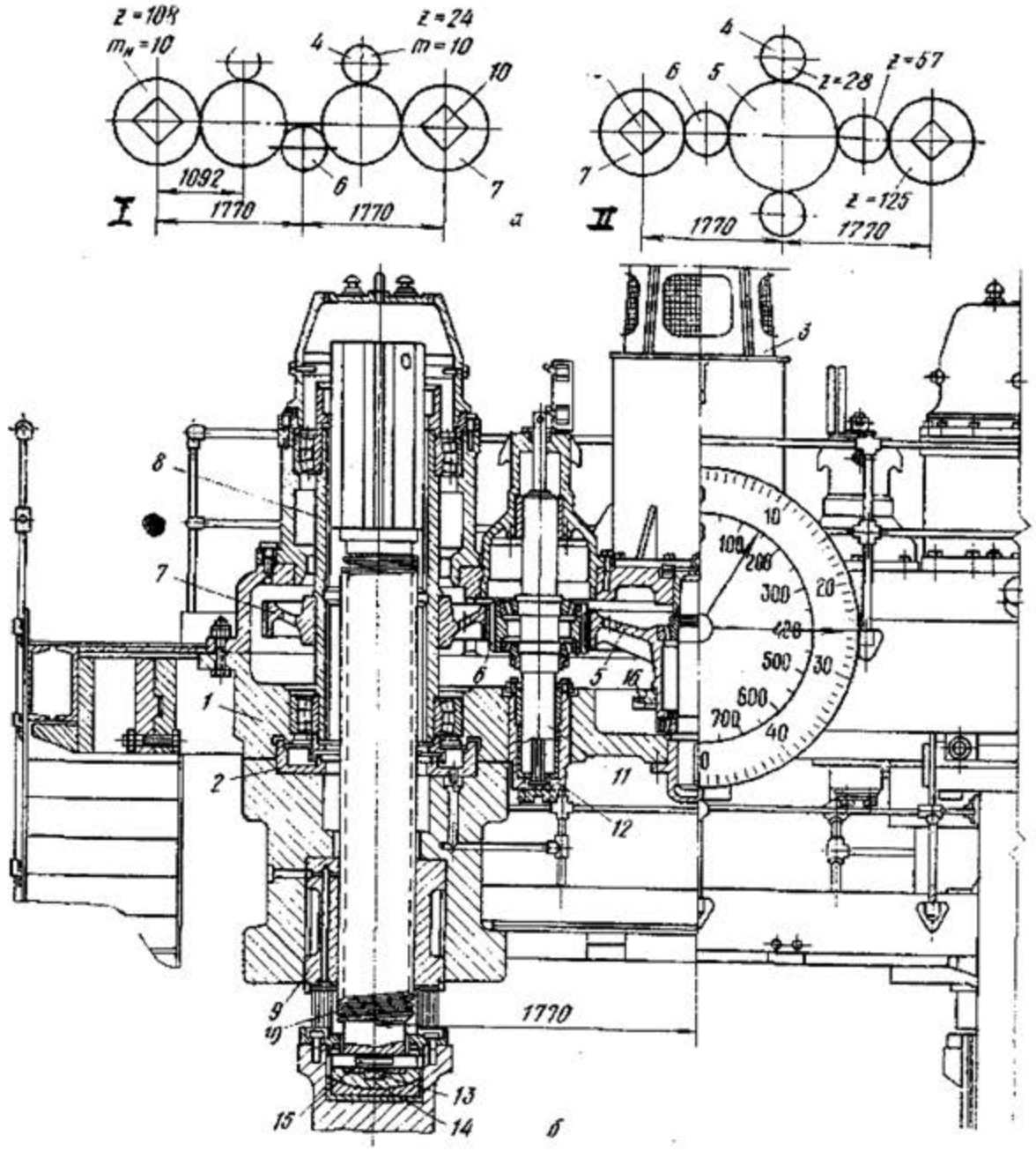


Рисунок 2.3 – Натискний механізм стану блюмінг 1050

Сполучна шестірня 6 вільно посаджена на вісь, що одночасно є плунжером 11 двох гідравлічних циліндрів 12, вмонтованих у корпус натискного пристрою й призначених для виводу шестірень 5 із зачеплення при необхідності роздільної роботи одним гвинтом (правим або лівим). При роботі стана порожнини верхніх циліндрів заповнені маслом, вихід якого з них перекритий, а з нижніх циліндрів

масло витиснуте в бак, установлений зверху на площадці. Практика експлуатації слябінгів показала, що, незважаючи на передбачені гальма на електродвигунах, відбувається самовідгвинчування натискних гвинтів внаслідок великих динамічних навантажень на них при прокатці. З метою запобігання від самовідгвинчування на кінцях натискних гвинтів зроблені сферичні п'яти 14 збільшеного діаметра, що трохи збільшує момент тертя в п'яті. Для зручності складання й розбирання, п'яту роблять окремої й закріплюють на натискному гвинті торцевою шпонкою 13 і наскрізним штифтом 15.

Покажчик обтиснень приєднаний до натискного пристрою через проміжну конічну передачу 16.

Натискний пристрій має привод від двох електродвигунів вертикального типу потужністю 220 кВт (n=500-750/1000 об/хв). Змащення рідке циркуляційне. Зовнішній діаметр натискного гвинта 460 мм, різьблення однозаходне, крок 48 мм, діаметр п'яти 500 мм, передатне відношення від електродвигуна до натискного гвинта 4, швидкість переміщення гвинтів до 200 мм/с.

Натискний пристрій цієї конструкції в порівнянні із пристроями, що застосовувалися раніше, має наступні переваги: відсутні швидкозношувані черв'ячні передачі, сполучні муфти від електродвигунів і муфти перемикання; зменшена можливість самовідгвинчування гвинтів; збільшена потужність двигунів, що забезпечує підвищення продуктивності стана за рахунок збільшення швидкості переміщення натискних гвинтів і відповідного зменшення тривалості пауз.

2.5 Критичний огляд й аналіз проблем роботи натискних механізмів та пропозиція щодо модернізації стану блюмінг 1050

Установка валків у вертикальній площині на більшості станів здійснюється за допомогою спеціального механізму з натискними гвинтами з трапецеїдальною різьбою.

Па всіх листових, штабових і обтискних станах положення нижнього валка з подушками і підшипниками в робочій кліті постійне. Тому розхил (зазор) між

валками регулюється переміщенням тільки верхнього валка за допомогою натискного механізму.

На чотиривалкових станах, що прокатують довгі штаби, для отримання заданої товщини штаби коригування обтискання здійснюється в процесі прокатки, тому натискний механізм верхнього валка має бути розрахований на подолання максимального зусилля, що діє на валки в процесі прокатки.

На сортових двовалкових станах для забезпечення лінії прокатки на постійному рівні необхідну відстань між валками при прокатці заданого профілю встановлюють переміщенням верхнього і нижнього валків.

Для отримання високої продуктивності стана час, витрачений на встановлення верхнього валка, має бути мінімальним. Тому швидкість на обтискних станах, наприклад, на блюмінгах складає 250 мм/с. Проте на деяких станах, що прокатують тонкі листи і штаби, швидкість переміщення верхнього валка обмежується необхідною точністю установки валків в певному положенні, тому ця швидкість має бути незначною (для чотиривалкових тонколистових станів холодної прокатки вона складає близько 0,1 мм/с).

На практиці застосовують наступні швидкості, мм/с:

Блюмінги 100-250

Слябінги 100-150

Товстолистові стани 5-25

Сортові стани дво- і тривалкові 2-5

Тонколистові чотиривалкові 0,05-1,0

На блюмінгах, слябінгах і тонколистових станах переміщення верхнього валка відбувається після кожного пропуску металу через валки, тому з метою скорочення пауз між проходами для установки верхнього валка застосовують швидкохідні натискні механізми з приводом від вертикальних фланцевих електродвигунів через циліндричні шестерні.

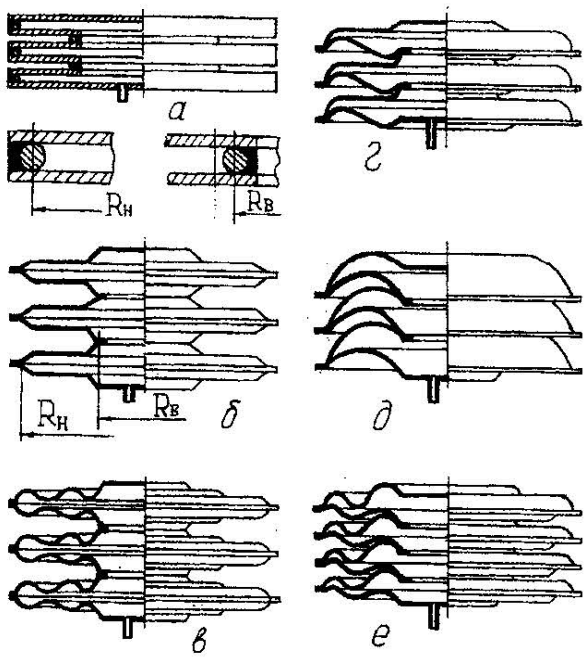
Головним недоліком електромеханічних натискних механізмів є суттєвий знос гвинтів та їх гайок. Особливо це стосується гайок, маса яких на обтискних

станах складає до 800 кг і більше, гайки виготовляють із литої бронзи марок АЖ9-4 і ЖМц10-3-1,5, що вимагає надзвичайно великих витрат.

Для економії бронзи, як показала практика, доцільно виготовляти натискні гайки складовими. При цьому бандажі гайок виготовляються із надміцного чавуну, а іноді застосовують заливання бронзи в сталевий ступінчастий бандаж. Охолодження водою бандажових гайок значно зменшує знос їх різьби.

В останні роки стали застосовувати гайки із змінним перерізом їх тіла по висоті. Як показують дослідження, навантаження по висоті гайок зменшується за законом гіперболічного косинуса, досягаючи максимальних значень в крайніх торцях гайки. Особливо це проявляється на верхньому торці. Внаслідок таких обставин верхні витки гайок значно більш навантажені і, ясна річ, скоріше зношуються. Якщо виконати гайку з перемінним перерізом, що забезпечує тим самим однакові напруження по її висоті, то навантаження між витками вирівняється і стане значно меншим. Методика дослідження напружень в гайках висвітлена в роботі «Теория и практика приводов» авторів Жука А.Я, Желябіної Н.К., де наведена і комп'ютерна програма.

Через абразивне забруднення додатковому зносу піддається як гайка, так і гвинт. Вирішити цю проблему можливо наступним чином. Для захисту гвинта застосовуються металеві сильфони, які герметично з'єднуються нижнім кінцем з подушками валків, а верхні із станиною. Крім того верхні частини камер сильфонів з'єднуються трубопроводами з баками, заповненими до певної висоти рідким маслом. При опусканні валків масло наповнює сильфони, а при підйомі воно витісняється в бак і охолоджується. В цьому випадку створюється ідеальне середовище для роботи пари «гвинт-гайка», що значно підвищить термін її використання. Саме вирішенню останнього питання буде присвячено спеціальну частину цього проекту.



а – плоскі мембрани; б-е – штамповані мембрани

Рисунок 2.4 – Види сильфонів

2.6 Розрахунок сильфону натискного механізму

Початкові дані:

Зовніній діаметр гвинта, мм 460

Максимальне переміщення гвинта, мм 730

Робочий тиск в гідросистемі, МПа 0,1

Висота сильфона в стислому вигляді, мм 650

Робочий рух сильфона, мм 520

Відповідно до рекомендацій приймаємо для виготовлення сильфону:

- в якості матеріалу для виготовлення гофр приймемо нержавіючу сталь, для якої коефіцієнт Пуассона ν=0,25…0,3; приймаємо ν =0,25;
- приймаємо число гофр сільфону 260 шт,
- товщина мембран $S^{/}$ =1мм;
- приймемо максимальний і мінімальний радіус сільфону :

R_{max} = 350 мм;

R_{min}=290 мм.

Розрахуємо максимальну напругу радіального напряму по зовнішньому краю пластинки, по формулі:

$$\sigma_{Rmax}= \frac{3P}{4S^{/}}\left[R_{н}^{2} - 2R_{в}^{2} + \frac{R_{в}^{4}(m-1) - 4R_{в}^{4}(m+1)\ln\frac{R_{н}}{R_{в}} + R_{н}^{2}R_{в}^{2}(m+1)}{R_{н}^{2}(m-1) + R_{в}^{2}(m+1)} \right] \quad (2.1)$$

Де m – розрахунковий коефіцієнт, розраховується як:

m =1/ν=1/0,25=4;

$S^{/}$ - товщина мембран, $S^{/}$ =1мм;

Підставивши ці значення в (2.1), отримаємо:

$$\sigma_{R\max} = \frac{3\times1}{4\times1^{2}} \times \left[30^{2} - 2\times29^{2} + \frac{29^{4}\times(4-1) - 4\times29^{4}(4+1)\ln\frac{30}{29} + 30^{2}\times29^{2}\times(4+1)}{30^{2}\times(4-1) + 29^{2}\times(4+1)} \right] =$$

=3,21 МПа

Допустимі напруження для нержавіючої сталі [σ]= 300 Мпа.

3,21 МПа<300 МПа

Розрахуємо максимальний тангенціальний напрям напруги по зовнішньому краю пластинки по формулі:

$$\sigma_{Rmax}= -\frac{3P(m^{2}-1)}{4mS^{2}}\left[\frac{R_{н}^{4} - R_{в}^{4} - 4R_{н}^{2}R_{в}^{2}\ln\frac{R_{н}}{R_{в}}}{R_{н}^{2}(m-1) + R_{в}^{2}(m+1)} \right], \quad (2.2)$$

де знак «-» вказує на те, що у верхньому шарі пластини виникає напруга стискування. Підставивши значення у формулу 2.2, отримаємо:

$$\sigma_{Rmax} = -\frac{3\times 1\times (4^2-1)}{4\times 4\times 1^2}\times\left[\frac{30^4-29^4-4\times 30^2\times 29^2\times \ln\frac{30}{29}}{30^2\times(4-1)+29^2\times(4+1)}\right] = -7{,}63\,\text{МПа}$$

7,63 МПа < 300 МПа

Розрахуємо вертикальний прогин за формулою:

$$f_{max}=\frac{3P(m^2-1)}{16m^2ES}\left[R_н^4+5R_в^4-6R_н^2R_в^2+8R_в^4\ln\frac{R_н}{R_в}+\frac{\left[8R_в^6(m+1)-4R_н^2R_в^4(m+3)\right.}{R_н^2(m-1)+R_в^2(m+1)}+\right.$$

$$+\frac{\left.4R_н^4R_в^2(m+1)\right]\ln\frac{R_н}{R_в}-16R_н^2R_в^4(m+1)\left(n\frac{R_н}{R_в}\right)^2}{R_н^2(m-1)+R_в^2(m+1)} \qquad (2.3)$$

$$\left.-\frac{4R_н^2R_в^4+2R_н^4R_в^2(m+1)-R_в^6(m+1)}{R_н^2(m-1)+R_в^2(m+1)}\right]$$

де E – модуль пружності матеріалу сильфону, для нержавіючої сталі $E=2{,}1\text{x}10^5$ МПа.

Підставивши значення в (2.3), отримаємо:

$$f_{max}=\frac{45}{537,6\times10^{6}}\times\left[213675,06+8\times10^{5}-1109400+92570,45+\right.$$

$$+\frac{\left[256\times10^{7}-207088\times10^{4}+1709400500\right]\times0,07232-30946509,41-29584\times10^{4}}{3386,75}+$$

$$\left.+\frac{854700250-384\times10^{6}}{3386,75}\right]=1,36\text{ мм}$$

Необхідна величина деформації окремої мембрани дорівнює:

$$f_{p}=\frac{H_{p}}{n},\qquad(2.4)$$

де H_p – робочий рух сильфону, H_p = 520 мм;

n – число гофр сильфону, n=240 шт.

$$f_{p}=\frac{520}{240}=2,16\text{ мм.}$$

Прогин дуже малий, тому міняємо радіуси мембран і робимо перерахунок шляхом декількох спроб:

R_{max} = 360 мм;

R_{min}=250 мм.

Розрахуємо максимальну напругу радіального напряму по зовнішньому краю пластинки, по формулі (2.1):

$$\sigma_{R\,max} = \frac{3\times 1}{4\times 1^2}\times\left[36^2 - 2\times 25^2 + \frac{25^4\times(4-1) - 4\times 25^4(4+1)\ln\frac{36}{25} + 36^2\times 25^2\times(4+1)}{36^2\times(4-1)+25^2\times(4+1)}\right] =$$

$= 28{,}9$МПа

28,9 МПа< 300 МПа.

Розрахуємо максимальний тангенціальний напрям напруги по зовнішньому краю пластинки, по формулі (2.2):

$$\sigma_{Rmax} = -\frac{3\times 1\times(15)}{4\times 4\times 1^2}\times\left[\frac{36^4 - 25^4 - 4\times 36^2\times 25^2\times\ln\frac{36}{25}}{36^2\times(4-1)+25^2\times(4+1)}\right] = -15{,}6\ \text{МПа}$$

15,6 МПа < 300 МПа.

Розрахуємо максимальний вертикальний прогин по формулі (2.3):

$$f_{max} = 3{,}3482\times 10^{-7}\times[288081{,}637] +$$

$$+\frac{1768159042 - 1253499220 + 1073834496}{3420} = 2{,}83\ \text{мм}.$$

Загальний робочий рух буде дорівнювати згідно (2.4):

$H_p = n\cdot f_p = 240\cdot 2{,}83 = 680$ мм;

$H_p = 680$ мм > $H_c = 520$ мм.

Умова виконується, приймемо параметри гофр:

- число гофр сільфону n = 200 шт,
- товщина мембран $S^{/}$ =1мм;

- максимальний і мінімальний радіус сільфону:

R_{max} = 360 мм;

R_{min}=250 мм.

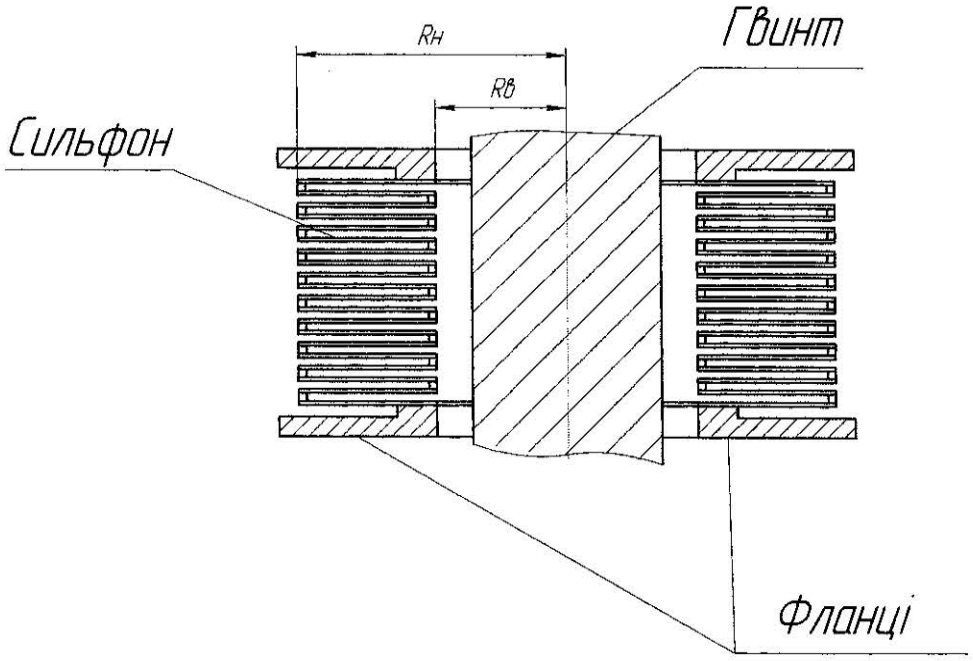


Рисунок 2.5 – Схема встановлення сильфону

2.7 Визначення крутного моменту і потужності електродвигуна привода натискного механізму

Для приведення в обертання натискного гвинта, коли на нього (по поверхні п'яти) діє тиск, до верхнього кінця натискного гвинта необхідно прикласти певний крутний момент, який можна підрахувати за формулою:

$$M_в = P_в\left[\mu_п \frac{d_п}{3} + \frac{d_{ср}}{2} tg(\psi + \varphi)\right], \qquad (2.5)$$

де $P_в$ — зусилля, що діє на натискний гвинт;

$$P_в = 0{,}25\frac{G}{2}$$

G - маса деталей, що потребують врівноваження (валки, подушки та ін.), С=622кН;

$$P_в = 0{,}25\frac{622}{2} = 77{,}75 \text{ кН}$$

dп - діаметр п'яти натискного гвинта; dп = 0,365 м;

$\mu_П$ - коефіцієнт тертя в п'яті; $\mu_П$=0,1;

$d_{СР}$ — середній діаметр різьби натискного гвинта; $d_{СР}$ = 0,438 м;

Ψ— кут підйому гвинтової лінії; Ψ = 4°;

φ — кут тертя в різьбленні, φ = 5°.

$$M_в = 77{,}75\left[0{,}10\frac{0{,}365}{3} + \frac{0{,}438}{2}\operatorname{tg}\left(4^\circ + 5^\circ\right)\right] = 3{,}63 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Визначивши крутний момент, що необхідний для обертання натискного гвинта, можна потім визначити і потужність двигуна, необхідну для приводу всього натискного механізму. Внаслідок того, що швидкість переміщення натискного гвинта задана, то крутний момент, прикладений до гвинта можна визначити за формулою:

$$M_{дв} = \frac{M_в}{i \cdot \eta}, \qquad (2.6)$$

де і – передаточне число приводу від двигуна до гвинта; і=4,87;

η – ккд передачі від двигуна до гвинта, η=0,7.

$$M_{дв} = \frac{3{,}63}{4{,}87 \cdot 0{,}7} = 1{,}06 \text{ кНм}$$

Потужність двигуна дорівнює:

$$P_{дв} = M_{дв} \cdot \omega_{дв}, \qquad (2.7)$$

де $\omega_{дв}$ - кутова швидкість 1/с;

$n_{дв}$ - число обертів двигуна, попередньо приймаємо $n_{дв}$=1000 об/хв.

$$\omega_{дв} = \frac{\pi}{30} n_{дв} \qquad (2.8)$$

$$\omega_{дв} = \frac{3{,}14 \cdot 1000}{30} = 104{,}6\ с^{-1}$$

$$P_{дв} = 1{,}06 \cdot 104{,}6 = 111\ кВт.$$

Для приводу натискних гвинтів установлені два електродвигуни типу 4П-340-15-220 У3 загальною потужністю 2х220 кВт; $n_{дв}$=800/2000 об/хв.

2.8 Визначення крутного моменту й потужності електродвигунапривода натискного механізму за умови виходу з ладу одного із двигунів

Вихідні дані для розрахунку:

P_B=77,75 кН; $d_п = 0{,}365$ м; $\mu_п = 0{,}10$; $d_{ср} = 0{,}438$ м; $\psi = 4^0$; $\varphi = 5^0$.

P_B=77,75·2=155,5кН – для даного випадку.

Визначимо крутний момент, що вимагається для обертання натискного гвинта:

$$M_в = 155{,}5\left[0{,}10\,\frac{0{,}365}{3} + \frac{0{,}438}{2}\,tg\left(4^0 + 5^0\right)\right] = 7{,}02\ кН \cdot м$$

Визначивши крутний момент, що необхідний для обертання натискного гвинта, можна потім визначити й потужність двигуна, необхідну для привода всього настановного механізму. Внаслідок того, що швидкість переміщення натискного гвинта задана, що крутить момент двигуна для привода гвинта можна визначити по формулам (2.6 та 2.7).

$$M_{дв} = \frac{7,02}{4,87 \cdot 0,70} = 2,06 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$P_{дв} = 2,06 \cdot 104,6 = 215 \text{ кВт}.$$

По технічних характеристиках обраний електродвигун задовольняє умовам роботи агрегату.

2.9 Розрахунок гвинтової передачі

Основним критерієм працездатності гвинтової передачі є зносостійкість, що оцінюється по величині середнього тиску $\rho_{ср}$ між витками гвинта й гайки:

$$\rho_{СР} = \frac{P_в \cdot t}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot H} \le [\rho_{СР}], \qquad (2.8)$$

де $P_в$ - осьове зусилля на гвинті, $P_в$=155,5 кН;

t - крок різьби; t =0,048 м;

d_2 - середній діаметр різьблення, d_2=0,438 м;

h - робоча висота профілю різьблення, h = 0,005 м;

H - висота гайки, H=0,460 м;

$[\rho_{ср}]$ - припустимий середній тиск, $[\rho_{ср}]$= 20 МПа.

Підставивши числові значення в (2.8), одержимо:

$$\rho_{CP} = \frac{155,5 \cdot 0,0048}{3,14 \cdot 0,438 \cdot 0,005 \cdot 0,46} = 17,6 \text{ МПа} \leq [\rho_{CP}] = 20 \text{ МПа}.$$

Умова зносостійкості виконується.

Перевірка міцності витків на зріз:

$$\tau_{CP} = \frac{P_B}{\pi \cdot d \cdot k \cdot H \cdot k_m} \leq [\tau_{CP}], \qquad (2.9)$$

де d - зовнішній діаметр різьблення гвинта, d=0,450 м;

к - коефіцієнт повноти різьблення, k =0,65;

$к_m$ - коефіцієнт нерівномірності навантаження, $к_{m\,т}$=1;

$[\tau_{CP}]$ - допустима міцність на зріз, $[\tau_{CP}]$=55 МПа.

$$\tau_{CP} = \frac{155,5}{3,14 \cdot 0,450 \cdot 0,65 \cdot 0,46 \cdot 1} = 14,7 \text{ МПа} \leq [\tau_{CP}] = 55 \text{ МПа}.$$

Умова міцності витків на зріз виконується.

Перевіряємо умову міцності гвинта, навантаженого осьовою силою Рв і обертаючим моментом M_B:

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_{KP}^2} \leq [\sigma_{СЖ}], \qquad (2.10)$$

де σ – напруження стиснення;

τ_{KP} - дотичне напруження;

$[\sigma_{сж}]$ – допустиме напруження стиснення, $[\sigma_{сж}]$=300 для сталі 40ХН.

$$\sigma = \frac{P_B}{A}, \qquad (2.11)$$

де А – площа поперечного перерізу гвинта, А=0,1378 м^2;

$$\sigma = \frac{155,5}{0,1378} = 113 \text{ МПа}.$$

$$\tau_{КР} = \frac{M_В}{W_{КР}}, \qquad (2.12)$$

де Мв – обертаючий момент на гвинті, Мв=7,02 МН·м;

Wкр – момент опору поперечного перерізу гвинта

$$W_{КР} = 0,1 \cdot d_1^3, \qquad (2.13)$$

де d_1 – діаметр западин гвинта, d_1=0,419 м.

$$W_{КР} = 0,1 \cdot 0,419^3 = 0,07356 \text{ м}^3,$$

$$\tau_{КР} = \frac{7,02}{0,07356} = 95 \text{ МПа}.$$

Отримані значення підставляємо в (2.10):

$$\sigma_Е = \sqrt{113^2 + 3 \cdot 95^2} = 202 \text{ МПа} < [\sigma_{СЖ}] = 300 \text{ МПа}.$$

Умова міцності виконується.

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок фундаменту під робочу кліть обтискного стану 1050

Фундамент має бути спроектований так, щоб дотримувалася умова:

$$\rho = \frac{G_K + G_\Phi}{a \cdot b} + \sum_{i=1}^{n} \frac{M_П}{W_i} \leq [\rho] \qquad (3.1)$$

де $G_К$ – вага кліті, $G_К$ = 5900 кН;

$G_ф$ – вага фундаменту, кН;

$M_П$ – перевертаючий момент, кН·м;

a, b – розміри фундаменту, м;

W – момент опору згину фундаменту, м^3;

$[\rho]$ – тиск, що допускається, на ґрунт, кН/м^2.

Вага фундаменту визнається по формулі:

$$G_\Phi = V_\Phi \cdot \rho_\Phi \qquad (3.2)$$

де $V_ф$ – об'єм фундаменту, приймається з розрахунку, що на 1 тонну встановленої маси устаткування витрачають 3÷5м^3 бетону.

$\rho_Ф$– щільність бетону, $\rho_\Phi = 2,\ 1\ т/м^3$.

$$V_\Phi = 4m_K, \qquad (3.3)$$

де m_K - маса обладнання, т.

$$V_\Phi = 590 \cdot 4 = 2360\ м^3;$$

Тоді:

$$G_Ф = 2360 \cdot 2{,}1 = 4956\ кН$$

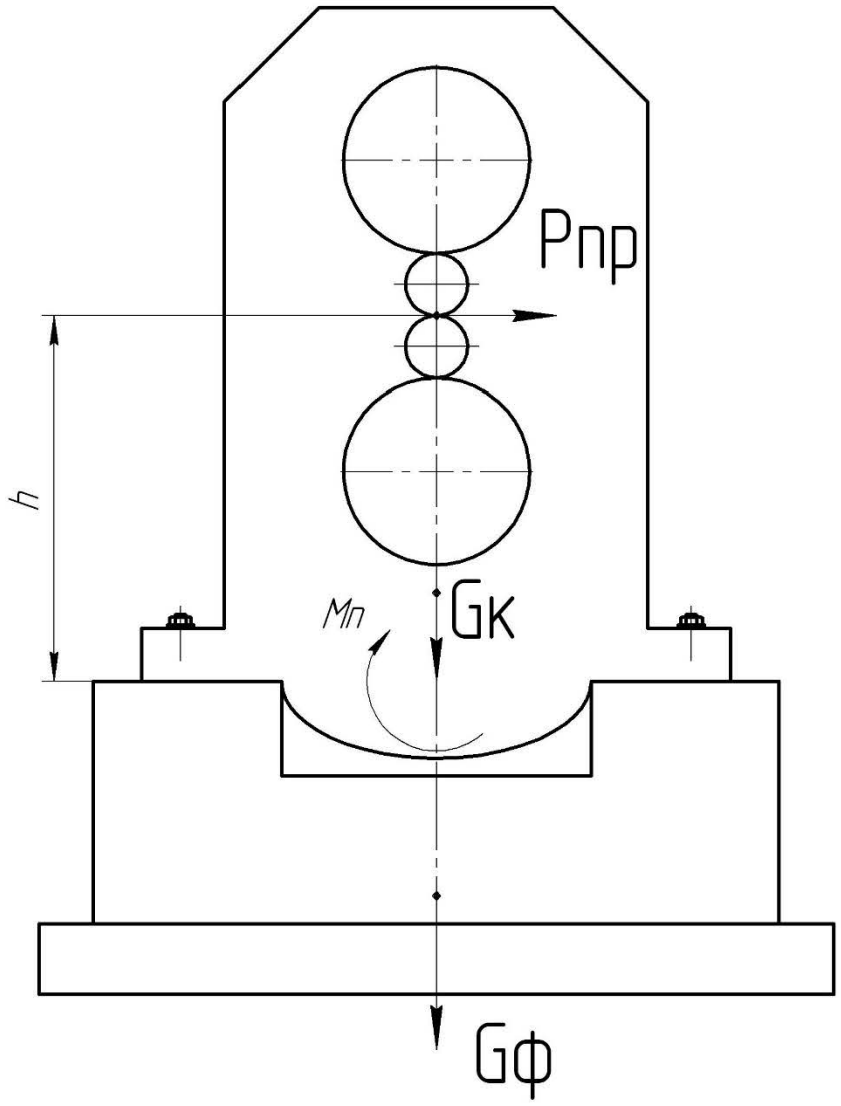


Рисунок 3.1 – Схема розрахунку фундамету

Перевертаючий момент:

$$M_П = P_{ПР} \cdot h = 18{,}5 \cdot 3 = 55{,}5\ МН \cdot м, \qquad (3.4)$$

$P_{ПР}$ - зусилля прокатки, МН;

h - плече дії прокатки, м.

Момент опору вигину фундаменту:

$$W = \frac{a \cdot b^2}{6} \quad (3.5)$$

$$W = \frac{860 \cdot 1170^2}{6} = 196209000 \text{ см}^3$$

Перевіряємо умову 3.1:

$$\rho = \frac{590000 + 495600}{1170 \cdot 860} + \frac{55{,}5 \cdot 10^5}{196209000} = 1{,}1 \ кг/см^2 \leq [\rho] = 2 \ кг/см$$

Визначимо розміри підошви фундаменту, див. рис. 3.1:

$$a' = a + 2n_1 \quad (3.6)$$

$$b' = b + 2n_2, \quad (3.7)$$

Підставивши значення в 3.6 та 3.7, отримуємо:

$$a' = 11{,}7 + 2 \cdot 0{,}5 = 12{,}7 \ м$$

$$b' = 8{,}6 + 2 \cdot 0{,}5 = 9{,}6 \ м$$

Товщина фундаменту:

(3.8)

$$H_ф = \frac{V_ф}{a \cdot b},$$

$$H_ф = \frac{2360}{11{,}7 \cdot 8{,}6} = 23{,}5 \ м.$$

Товщина підошви фундаменту:

$$h_n = 1/5 \cdot H_ф, \quad (3.9)$$

$$h_n = 1/5 \cdot H_ф = \frac{23{,}5}{5} = 4{,}7 \ м.$$

Товщина власне фундаменту:

$$h_ф = H_ф - h_n,$$
$$h_ф = 23{,}5 - 4{,}7 = 18{,}8\ м \tag{3.10}$$

Об'єм підошви:

$$V_n = h_n \cdot a' \cdot b' \tag{3.11}$$
$$V_n = 4{,}7 \cdot 12{,}7 \cdot 9{,}6 = 573\ м^3$$

3.2 Розрахунок анкерних болтів кріплення кліті

Анкерні болти служать для кріплення устаткування до фундаменту. Анкерні болти діляться на глухі і заводні. Глухі встановлюють до бетонування, приварюючи до них арматури фундаменту. Заводні встановлюються в анкерні колодязі, виконані у фундаменті.

Для розрахунку зусилля попереднього затягування одного болта складаємо рівняння:

$$Q_Б \cdot 2 \cdot l \cdot n + G_K \cdot l - P_{ПР} \cdot h = 0 \tag{3.12}$$

$$Q_Б = \frac{P_{ПР} \cdot h - G_K \cdot l}{2 \cdot l \cdot n} = \frac{18500 \cdot 3 - 5900 \cdot 3}{2 \cdot 3 \cdot 4} = 1575\ кН,$$

де G_K- вага кліті, кН;

$P_{ПР}$ - зусилля прокатки, МН;

h - плече дії зусилля прокатки, кН;

n - кількість болтів в одному ряду.

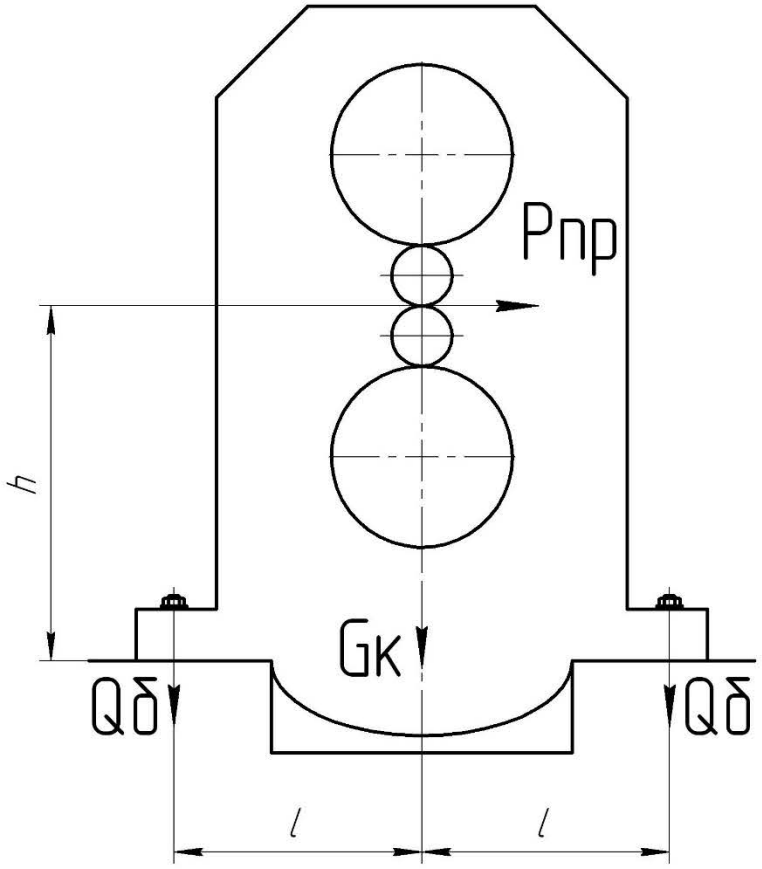


Рисунок 3.2 – Схема розрахунку анкерних болтів

Визначимо діаметр болта:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_б \cdot k_з}{\pi \cdot [\sigma]_р}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1575000 \cdot 1{,}3}{3{,}14 \cdot 150}} = 131{,}8 \text{ мм}, \qquad (3.13)$$

де $[\sigma]_р$ - напруження матеріалу болта, що допускається, $[\sigma]_р$=150 МПа; $k_з$ - коефіцієнт запасу.

Із конструктивних міркувань приймаємо болт М140, для якого d_1=136,32 мм.

3.3 Розрахунок площі пакета підкладок під робочу кліть

З умови рівноваги настановної підкладки одержимо:

$$\text{Р} = Q_{Б} + \frac{G_{К}}{n_{Б}} = 1575 + \frac{5900}{8} = 2312{,}5\ кН, \qquad (3.14)$$

де n - кількість анкерних болтів, n = 8;

$Q_{Б}$ - зусилля попереднього затягування, $Q_Б$= 1575 кН;

$G_{К}$ - вага кліті, $G_К$ = 5900 кН;

P - реакція з боку фундаменту на підкладку;

$$\text{Р} = \Psi_{Ф} \cdot [\sigma]_{Ф} \cdot F_{П},$$

де $\Psi_{Ф}$ - коефіцієнт, що враховує ступінь контакту підкладки фундаменту, $\Psi_{Ф}$ = 0,5;

$[\sigma]_{Ф}$ - питомий тиск, що допускається, на фундамент;

$[\sigma]_{Ф}$ = 2 кН/см^2 (визначається по марці бетону);

$F_{п}$ - площа настановної підкладки

Підставивши значення Q_0 і P в рівняння рівноваги одержимо необхідну площу настановної підкладки:

$$F_{п} = \frac{P}{\psi_{Ф} \cdot [\sigma]_{Ф}} = \frac{2312{,}5}{0{,}5 \cdot 2} = 2312{,}5\ см^2 \qquad (3.15)$$

Приймаємо площу квадратної форми зі стороною:

$$в = \sqrt{F_{п}} = \sqrt{2312{,}5} = 481\ мм \qquad (3.16)$$

Конструктивно приймаємо розмір $в$ =500 мм.

За умови виконання підкладки наступної форми необхідно зробити розрахунок зміни її площі.

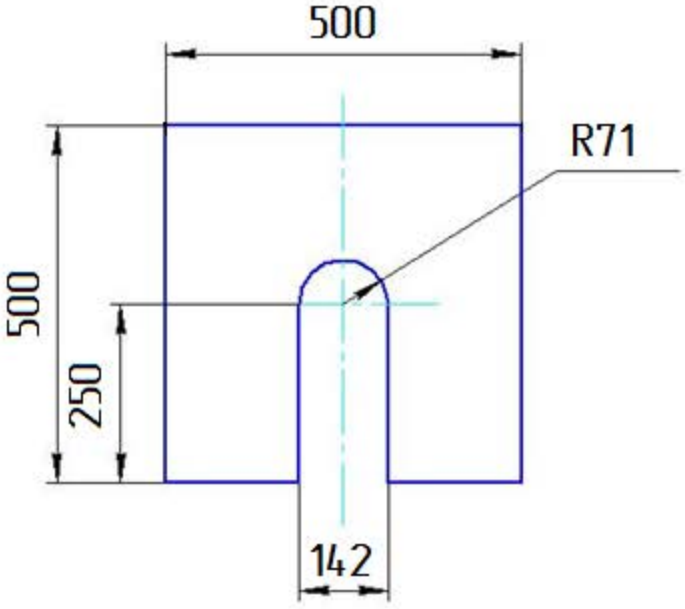


Рисунок 3.3 - Геометрична форма підкладки

3.4 Розрахунок площі паза під анкерний болт

$$F_1 = 250 \cdot 142 = 35500 \text{ мм}^2 \quad (3.17)$$

$$F_2 = \frac{\pi \cdot R^2}{2} = \frac{3{,}14 \cdot 71^2}{2} = 7914 \text{ мм}^2 \quad (3.18)$$

$$F' = F_1 + F_2 = 35500 + 7914 = 43414 \text{ мм}^2 \quad (3.19)$$

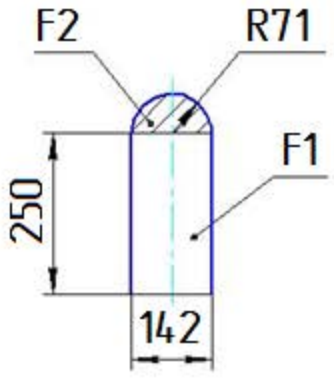


Рисунок 3.4 - Геометрична форма паза підкладки під анкерний болт

Додамо площу F' розрахункової площі підкладки:

$$F_3 = \frac{F'}{2} = \frac{43414}{2} = 21707\ мм^2 \quad (3.20)$$

$$A = \frac{F_3}{в} = \frac{21707}{500} = 43\ мм \quad (3.21)$$

$$B = 500 + 2 \cdot A = 500 + 2 \cdot 43 = 586\ мм \quad (3.22)$$

Приймаємо B = 600 мм.

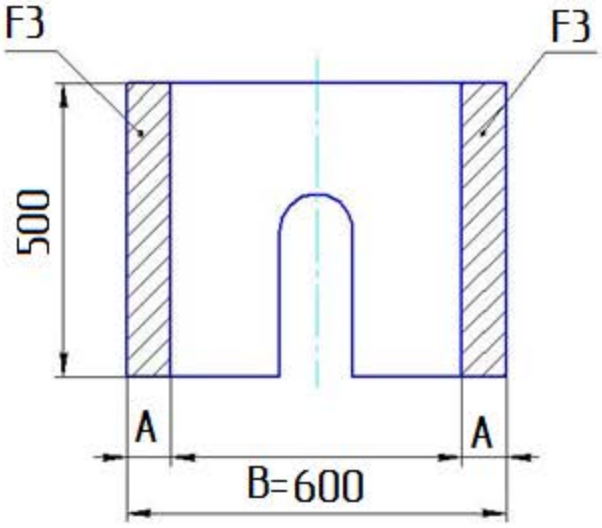


Рисунок 3.5 - Геометрична форма підкладки

3.4 Такелажні роботи

Такелажними називають роботи по ув'язуванню вузлів устаткування гнучкими підвісами (стропами), їх підйомові і транспортуванню до місця установки. Такелажні роботи виконують за допомогою різних вантажопідйомних засобів і механізмів, пристосувань і машин.

При виконанні такелажних робіт, особливо при підйомі вантажів, досить важливою і відповідальною операцією є стропування. Особливо ретельно варто погоджувати великі вузли устаткування великої маси. Усі вузли устаткування, по яких відбувається торкання стропів, повинні бути округлені спеціальними запобіжними підкладками.

Стропування повинне бути виконане так, щоб центр ваги вантажу і вісь блоків крюкової підвіски піднімального механізму знаходилися на одній

вертикалі. Маса збільшених вузлів і блоків устаткування не повинна перевищувати вантажопідйомність наявних на монтажній площадці вантажопідйомних засобів, а габаритні розміри - розмірів монтажних прорізів.

До такелажних засобів і пристосувань відносяться сталеві і прядні канати, ланцюги, стропи, траверси, захоплення, блоки, поліспасти, талі, лебідки, домкрати.

Стропами називають відрізки канатів або ланцюгів, з'єднані в кільця або постачені спеціальними підвісними пристосуваннями, що забезпечують швидке, зручне і безпечне закріплення вантажу. Число витків стропа, на яких підвішують вантаж, вибирають у залежності від маси вантажу і діаметра каната. Для з'єднання кінців канатів або утворення петлі застосовують затиски або стиски різної конструкції (рис. 3.3).

Число зажимів приймається не менш трьох: $[\ _{\text{пз}}\ ] \geq 3$, а відстань між ними - не менш шести діаметрів каната: : $t = 6 \cdot d_к$.

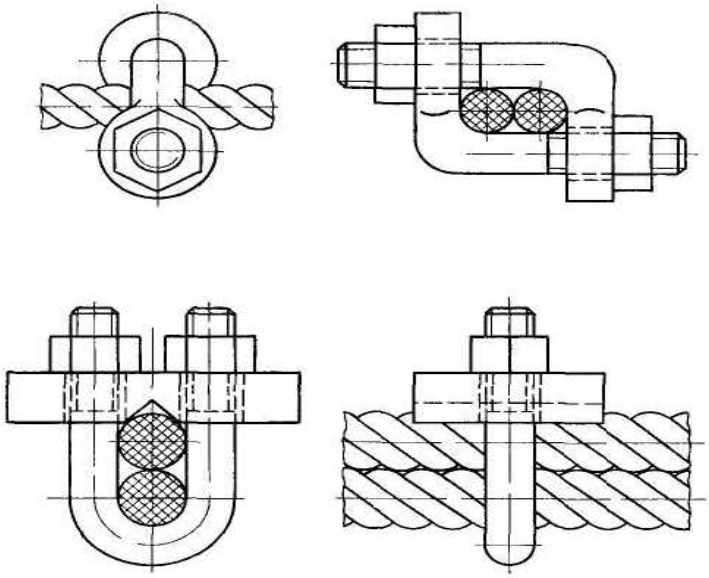


Рисунок 3.6 – Зажими для кріплення сталевих канатів

Гайки на стрижнях усіх затисків варто затягувати з однаковим зусиллям із застосуванням динамометричних ключів, так щоб діаметр стиснутого каната склав 0,6 його початкового діаметру. Кінці канатів закріплюють через коуш, що служить для зачеплення за гак і охороняє канат від зчавлювання і розшарування дротів на перегинах. Коуші штампують з листового металу або виготовляють з чавунного лиття. Затиски повинні розміщатися на канаті так, щоб гайки, що затягують, розташовувалися з боку робочого витку каната. Це забезпечує останньої прямолінійність, а прагнучий до вислизання кінець при цьому буде краще затиснутий.

3.4 Розрахунок строповки зубчатого колеса приводу натискного механізму

Мінімальна довжина стропа:

$$l = \frac{H}{\cos\alpha} = \frac{1000}{\cos(45°/2)} = 1083\ мм, \tag{3.24}$$

де H – найкоротша відстань між точками закріплення стропа на вантажі і крюком підйомного механізму;

α - половина кута між стропами;

Зусилля в канаті:

$$S = \frac{G_K \cdot k_H}{n \cdot \cos\alpha} = \frac{8200 \cdot 1{,}4}{2 \cdot \cos(45°/2)} = 6{,}2\ кН, \tag{3.25}$$

де G_K - вага зубчатого колеса, Н;

k_H - коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження між стропами;

n - кількість стропів.

Розривне зусилля в канаті:

$$P = S \cdot k = 6{,}75 \cdot 6 = 40{,}5\ кН, \qquad (3.26)$$

де k - коефіцієнт запасу.

Обираємо канат подвійної звивки типу ЛК-З конструкції 6х25(1+6+6+12)+о.с. по ГОСТ 7675-80 маркувальної групи 1568 МПа з діаметром d_K =9,7 мм ([Р]=46300 Н).

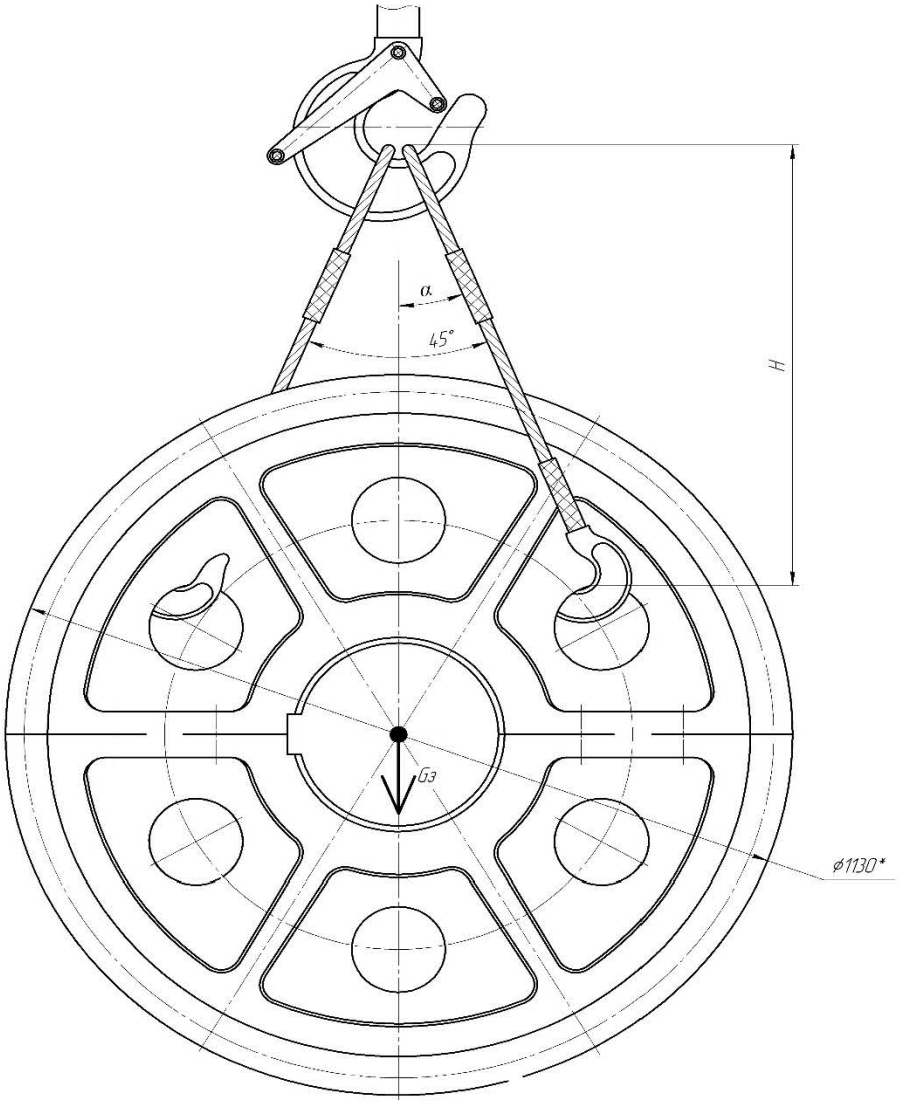


Рисунок 3.7 – Схема строповки зубчатого колеса приводу натискного механізму

Розрахунок кількості зажимів.

Діаметр зажиму:

$$d_{сж}=(0{,}8...1{,}1)\cdot d_K=(0{,}8...1{,}1)\cdot 9{,}7 = 7{,}8...\ 10{,}1\ мм \qquad (3.27)$$

Приймаємо діаметр зажима $d_{сж}$ =10 мм.

$$n_{сжс} = \frac{S}{2 \cdot f \cdot N} = \frac{6200}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 7850} = 0{,}6\ , \qquad (3.28)$$

де $n_{сж}$ – мінімальна кількість зажимів;

N – нормальне зусилля, що створюється одним зажимом;

f=0,7…0,8 – коефіцієнт тертя;

$$N = [\sigma] \cdot A = [\sigma] \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 100 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 10^2}{4} = 7850\ H, \qquad (3.29)$$

де A – площа поперечного перетину зажимів;

$[\sigma] = (0{,}7 \ldots 0{,}8) \cdot \sigma_{0,1} = (0{,}7 \ldots 0{,}8) \cdot 140 = 98 \ldots 112\ МН/м^2$ - граничне напруження;

$\sigma_{0,1} = 140\ МН/м^2$ - умовна границя пружності.

Приймаємо: $[\sigma] = 100\ МН/м^2$.

Для запобігання висковзування кінця канату та перекосу зажима при навантаженні, а також для збільшенні надійності експлуатації, приймаємо $n_{сж}$=3.

3.5 Розрахунок строповки гайки приводу натискного механізму

Мінімальна довжина стропа:

$$l = \frac{2 \cdot H}{\cos \alpha} = \frac{2 \cdot 500}{\cos(60°/2)} = 1155\ мм, \qquad (3.30)$$

де H – найкоротша відстань між точками закріплення стропа на вантажі і крюком підйомного механізму;

α - половина кута між стропами;

Зусилля в канаті:

$$S = \frac{G_Г \cdot k_H}{n \cdot cos\,\alpha} = \frac{9{,}2 \cdot 1{,}4}{2 \cdot cos(60°/2)} = 7{,}4\ кН, \quad (3.31)$$

де $G_Г$ - вага гайки, кН;

k_H - коефіцієнт нерівномірності розподілення навантаження між стропами;

n - кількість стропів.

Розривне зусилля в канаті:

$$P = S \cdot k = 7{,}4 \cdot 6 = 44{,}5\ кН, \quad (3.32)$$

де k - коефіцієнт запасу.

Обираємо канат подвійної звивки типу ЛК-З конструкції 6х25(1+6+6+12)+о.с. по ГОСТ 7675-80 маркувальної групи 1568 МПа з діаметром d_K =9,7 мм ([Р]=46300 Н).

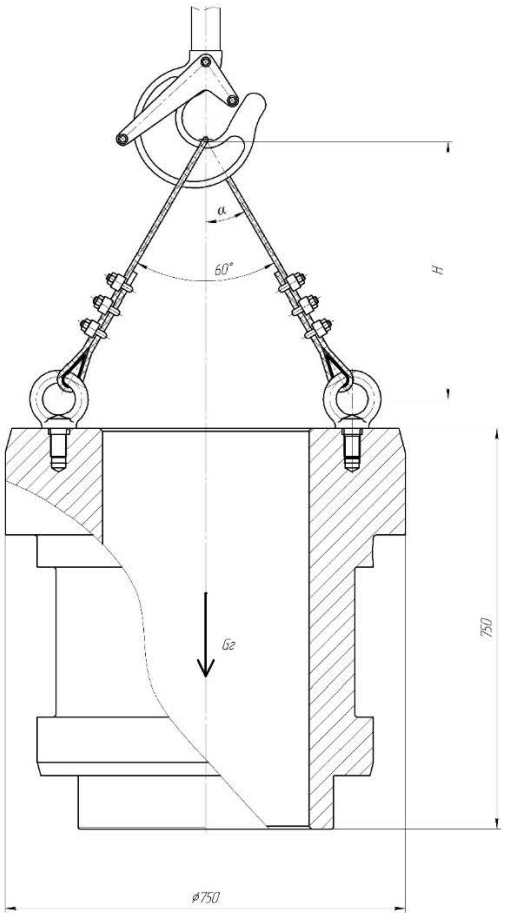


Рисунок 3.8 – Схема строповки гайки приводу натискного механізму

Розрахунок кількості зажимів.

Діаметр зажиму:

$$d_{сж}=(0,8...1,1)\cdot d_K=(0,8...1,1)\cdot 4,9 = 3,9...5,4 \text{ мм} \qquad (3.33)$$

Приймаємо діаметр зажима $d_{сж}$ =5 мм.

$$n_{сж} = \frac{S}{2\cdot f\cdot N} = \frac{7\cdot 10^3}{2\cdot 0,7\cdot 7850} = 0,6\ , \qquad (3.34)$$

де $n_{сж}$ – мінімальна кількість зажимів;

N – нормальне зусилля, що створюється одним зажимом;

f=0,7…0,8 – коефіцієнт тертя;

$$N = [\sigma]\cdot A = [\sigma]\cdot \frac{\pi\cdot d^2}{4} = 100\cdot \frac{3,14\cdot 10^2}{4} = 7850\ H, \qquad (3.35)$$

де A – площа поперечного перетину зажимів;

Граничне напруження:

$$[\sigma] = (0,7...0,8)\cdot \sigma_{0,1} = (0,7...0,8)\cdot 140 = 98...112\ МН/м^2$$

$\sigma_{0,1} = 140\ МН/м^2$ - умовна границя пружності.

Приймаємо: $[\sigma] = 100\ МН/м^2$.

Для запобігання висковзування кінця канату та перекосу зажима при навантаженні, а також для збільшенні надійності експлуатації, приймаємо $n_{сж}$=3.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Виявлення та оцінка шкідливих факторів виробничого середовища

До шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, зокрема, відносяться: несприятливі кліматичні (мікрокліматичні) умови у повітрі робочої зони; напружені зорові роботи; інтелектуальні навантаження; монотонність праці; нервово-емоційна напруженість праці; невідповідність ергономічних показників робочого місця діючим вимогам; фізична важкість виконуваної роботи (статичні та динамічні навантаження на кістково-м'язовий апарат людини); шуми; ультразвук та інфразвук; вібрації; електромагнітні поля промислової частоти; електромагнітні випромінювання радіочастот; електромагнітні випромінювання оптичного спектру (ультрафіолетові або інфрачервоні) від природних, або штучних джерел; статичні електричні поля; розрядження зарядів статичної електрики; рентгенівські та інші іонізуючі випромінювання; надходження шкідливих речовин у повітря робочої зони; ризики ураження електричним струмом; ризики виникнення пожеж; ризики аварій при експлуатації ємностей, що працюють під тиском; біологічна небезпека; недостатня, або надмірна освітленість робочого місця; ризик виникнення надзвичайних ситуацій природного або штучного характеру на об'єкті або території.

Аналіз карти умов праці слюсаря ремонтника представлений у таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Технологічна карта умов праці

Фактори	Норма-тивне значе-ння, ГДК, ГДР	Фактичне значення	Клас шкідливих і небезпечних умов, характер праці			Час дії фактора, % в зміну
			1 сту-пінь	2 сту-пінь	3 сту-пінь	
I. Шкідливі хімічні речовини, мг/м^3						
Масла мінеральні	5,0	6,5	1,3			90,8
Азоту діоксид	2,0	4,0	2			90,8
Ангідрид сірчаний	10,0	13,5	1,35			90,8
П. Пил переважно 63фіброгенної дії (силікато-вмісний), мг/м^3						90,8
Зміст кремнію диоксида – 2,5%	4,0	7,9	1,8			90,8
III. Шум, дБА	80	90		10		100
IV. Мікроклімат у приміщенні						
- температура повітря, °С	27-15	38			11	90,8
- швидкість руху повітря, м/с	0,5	<0,3	60,6			90,8
- відносна вологість повітря,%	55	28				90,8
Категорія важкості та напруженості праці	Важка III Помірна					
V. Робоча поза						
Нахил корпуса в просторі, обумовлений технологічним процесом, град	перебування в похилому положенні понад					
	28,1	30	30			
Кількість факторів		5	2	1		

Гігієнічна оцінка умов праці.

Умови і характер праці відносяться до III класу 2 ступені по факторах: пил, шум.

Атестація робочого місця.

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

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

4.2 Заходи щодо захисту від впливів шкідливих факторів виробничого середовища

В процесі виробництва гарячекатаних заготівок на стані 550 заводу «Дніпроспецсталь» існують наступні небезпечні чинники:

- метал нагрітий до 1150 – 1250 °С ;
- деталі механізмів, що обертаються і рухомі;

Основні небезпеки при плющенні складає можливе захоплення одягу або рук робітника валяннями стану, що обертаються, опіки і удари прокатуваним металом. Частково знижується ризик здобуття травми механізацією процесу прокатки автоматизацією технологічного процесу. Механізують плющення, застосовуючи рольганги для подачі заготівок від печей до стану, стан обладнаний підйомно-качаючими столами, кантувальниками і маніпуляторами. Для передачі розкату з кліті в кліть застосовують автоматичні прилади, як із заднього, так і з переднього боку кліті.

Ризик травматизму викликає так само можливе відлітання окалини на обтискних клітях. Для профілактики травматизму в даному випадку застосовують новітні методи безокислювального нагріву металу. При

звичайному нагріві заготівок в методичних газових печах перед чорновими клітями встановлюють окалинозламувачі.

Для захисту обличчя вальцювальників на обтискних клітях від викидів окалини і шлаку застосовують металеві сітки або пластмасові козирки, установку запобіжних завіс і екранів.

При налаштуванні клітей існує ризик захвату одягу або рук робітника. Щоб уникнути подібних випадків застосовують наступні запобіжні засоби. Процес управління натискними гвинтами на станах послідовного або безперервного типа здійснюється штурвалами з торцевого боку, а на станах лінійного типа – з переднього боку клітей.

Небезпечним чинником в цеху є електромостові крани, що завантажують заготівки в колодязі сповільненого охолоджування і у вагони. Пропонуються наступні заходи (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Технічні міри захисту від впливів шкідливих факторів виробничого середовища

№ п/п	Небезпечний або шкідливий фактор виробничого середовища	Захисний пристрій	Тип	Пара-метри	Місто установки
1	Запиленість	Витяжна вентиляція	Місцева	Витрата 1000 $м^3/ч$	Зона виділення пилу
2	Запиленість	Респіратор СИЗОД	"Росток", Тополь-4	-	Індивіду-ально
3	Шум	Навушники проти-шумові Беруші	- -	При-датний до 100дБА	Індивіду-ально

4	Температура	Утеплена куртка, ватяні штани	Тн	До -20°С	Індивіду-ально
5	Шкідливі хімічні речовини	Те ж що і при запиленості + костюм х/б, рукавиці	Ят	До 20 мг/м^3	Індивіду-ально

4.3 Технічні рішення по гігієні праці і виробничій санітарії

4.3.1 Мікроклімат

Найважливіше значення для нормальної життєдіяльності людини має наявність чистого повітря необхідного хімічного складу й маючого оптимальну температуру, вологість і швидкість руху. Ці параметри регламентуються ДСТУ, НПАОП, БН1П, СН «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги. Повітря робочої зони» й «Санітарні норми проектування промислових підприємств». В приміщенні цеху необхідно підтримувати оптимальні або допустимі параметри мікроклімату в залежності від періоду року та ступеня важкості праці.

На підтримку цих параметрів відповідно до нормативних документів спрямовані заходи щодо опалення, і вентиляції.Опалення основних виробничих приміщень передбачається повітряне, сполучене із припливною вентиляцією. Приплив здійснюється великими установками, розташованих групами. У місцях, де умови формування струменя дозволяють створити необхідні температурні умови й рухливість повітря в робочій зоні й у місць можливих пило виділень (0,15-0,3м/с), застосовують струминну подачу повітря. У приміщеннях невеликої висоти з більшою кількістю встаткування, роздача повітря здійснюється повітророзподільними насадками безпосередньо в робочу зону.

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 вид івентиляції повітря надходить і віддаляється через щілини вікна, двері, ворота, ліхтарі. (БМІП 2.04.05-91) .

Розрахунок аерації, тобтовизначення площі аераційнихотворів, для прокатного цеху, у теплий період часу здійснюється для наступнихданих:

- кількість повітря, що повинно надходити в приміщення

$G_{над}$ =3422000 кг/год;

- кількість повітря, що повинно видаляться з приміщення

$G_{вид}$=3700000 кг/год;

- відстань між осями отворів h= 19 м;
- температура зовнішнього повітря $t_{зовн}$=22 °С;
- температура внутрішнього повітря $t_{внутр}$ =30°С.

Конструкціястулкивіконногоотвору- одинарна верхнеподвесная з кутом відкриванняотвору 45°. Ліхтар П- образнийіз фрамугами на вертикальнійосі з вітрозахисними панелями, щознаходяться на відноснійвідстані 1/ h =1,5 м, з кутом відкривання 90°.

Температуру повітря, щовіддаляється з верхньоїзонуприміщення, визначаємо по формулі [6]:

$$t_{вид} = t_{внеш} + \frac{t_{внутр} - t_{прз}}{m}, ^{o}C \qquad (4.1)$$

де $t_{прз}$ -температура повітря, щонадійшла в робочу зону (у теплийперіод часу $t_{прз}$= $t_{тп}$ =24 °С);

m=0,41 - коефіцієнт для виробничихприміщень за умовиподачіповітря в робочу зону і видаленняйого з верхніх зон.

$$t_{вид} = 22 + \frac{30 - 22}{0,41} = 41,5^{o}C$$

Питома вага повітрявизначається по формулі:

$$\gamma = \frac{353}{t + 273}, \text{кг/м}^2 \quad (7.3)$$

$$\gamma_{зовн} = \frac{353}{22 + 273} = 1{,}197 \text{ кг/м}^2$$

$$\gamma_{вид} = \frac{353}{41{,}5 + 273} = 1{,}122 \text{ кг/м}^2$$

Розподіленийтисквизначаємо заформулою:

$$\Delta p_{1,2} = h(\gamma_{зовн} - \gamma_{вид}), \text{кг/м}^2$$

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

Утратитиску на проходженняповітря через приточніотвориможнавизначити по формулі:

$$\Delta p_1 = \beta \cdot \Delta p_{1,2}, \text{ кг/м}^2 \quad (4.2)$$

де β - частинарізниціопорів, щозатрачається на прохідповітря через приточніотвори(β=0,1-0,4).

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

\

Утрати тиску на проходженняповітря через ліхтарвизначаються по формулі:

$$\Delta p_2 = \Delta p_{1,2} - \Delta p_1, \text{кг/м}^2 \quad (4.3)$$

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

Визначаємоплощуотворів у стіні$F_{прит}$ і площаотворівліхтарів$F_{фон}$:

$$F_{прит} = \frac{G_{пост}}{3600\sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \gamma_{внеш}}{\xi_1} \Delta p_1}}, \text{ м}^2 \qquad (4.4)$$

$$F_{прит} = \frac{G_{уд}}{3600\sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \gamma_{уд}}{\xi_2} \Delta p_2}}, \text{ м}^2$$

де g- прискорення вільного падіння (g=9,81 м/с^2);

ξ_1 ,ξ_2 - коефіцієнтимісцевого опору припливних отворів, і ліхтарявідповідно (ξ_1 =3,7; ξ_2=4,1).

Підставившизначення у формули (4.4) одержимо:

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

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

У цеху використовується і механічна витяжна вентиляція, що в основному використовується в літню пору , і розрахована на витрату повітря $170 \cdot 10^4$ м^3/год.

4.3.2 Освітлення виробничих приміщень

Для створення сприятливих умов праці велике значення має раціональне висвітлення. Незадовільне висвітлення утрудняє проведення робіт, веде до зниження продуктивності праці й може з'явитися причиною нещасних випадків і захворювань ока. Висвітлення може здійснюватися природним і штучним світлом.Природне висвітлення здійснюється через вікна в бічних

стінах (бічні). Через верхні світлові прорізи, ліхтарі (верхні) або обома способами одночасно (комбіноване висвітлення).Відповідно до «вказівок по проектуванню електричного висвітлення виробничих будинків» під час нормального функціонування освітлювальної установки освітленість приміщень і робочих поверхонь повинна бути не менш значень, зазначених у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Карти освітленості для прокатного цеху

Найменування відділення, ділянки, робочого місця й допоміжних приміщень	Розряд зорової роботи	Освітленість, (лк) і коефіцієнт запасу при люмінесцентних лампах		
		Система комбіно-ваного. висвітлення	Система загального висвітлення	Коефіцієнт запасу
Ділянка нагрівальних колодязів	VII	150	150	1,8
Ділянка робочих рольгангів	VII	150	150	1,8
Пульти керування обладнанням	IV	1000	300	1,5

Аварійне висвітлення у всіх випадках становить 0,3 лк, а коефіцієнт запасу дорівнює 1,7 . При виборі рішень по висвітленню основне значення мають наступні фактори:

1 Відсутність точних зорових робіт і вкрай несприятливі умови середовища спричиняються вибір як джерела світла винятково лампи накалювання або газорозрядні. Люмінесцентні лампи застосовуються тільки в ізольованих електроприміщеннях.

2 У місцях зручних для обслуговування при великій кількості пилу встановлюють пилонепроникні світильники типу СХ і ПВЛП.

3 Аварійне висвітлення передбачається практично у всіх виробничих і прохідних приміщеннях через небезпеку знаходження в них у темряві.

4 Для забезпечення можливості виробництва ремонтних робіт й огляду внутрішніх порожнин застосовують переносне висвітлення.

Основний показник природного висвітлення це коефіцієнт КЕО – відношення освітленості, створюваної в деякій кращі заданої площини усередині приміщення ($E_в$), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, створюваної світлом повністю відкритого небозводу ($E_н$):

$$e = \frac{E_в}{E_н} \cdot 100\% ,$$

де e - КЕО, обумовлене з урахуванням характеру зорової роботи. Для V розряду зорової роботи (мала точність)за довідковим даними приймаємо e = 3 %(111 пояс світлового клімату).

Нормовані значення КПО ($e_н$) для інших світлових поясів визначаються по формулі:

$$e_н = e \cdot m \cdot c ,$$

де e - значення КПО для 111 світлового пояса;

m = (0, 8...1,2) - коефіцієнт світлового клімату;

c = (0,65...0,1) - коефіцієнт сонячності клімату.

Для Запоріжжя (1V світловий пояс) приймаємо m = 0,875, c = 0,85;

Тоді:

$$e_н = 0{,}03 \cdot 0{,}875 \cdot 0{,}85 = 0{,}023\%$$

У багатьох випадках застосовують комбіноване висвітлення. Прикомбінованому висвітленні забезпечуються високі рівні освітленості на робочих поверхнях, у тому числі на вертикальних і похилих, досягаються висвітленням внутрішніх поверхонь оброблюваних виробів.

Штучне висвітлення варто передбачати для всіх приміщень, будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей і рухи транспорту.

Для висвітлення виробничих приміщень цеху, як правило, застосовуються газорозрядні лампи низького й високого тиску (люмінесцентних і дугові ртутні лампи).

Необхідний світловий потік лампи кожного світильника:

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta},$$

де E - найменша освітленість, лк;

k - коефіцієнт запасу;

S – освітлювана площа приміщення, м^2;

z - коефіцієнт мінімальної освітленості, для люмінесцентних ламп приймають z = 1,1;

п- коефіцієнт використання світлового потоку;

N - кількість світильників.

Значення коефіцієнту використання світлового потоку визначається залежно від індексу приміщення, що знаходиться по формулі:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)},$$

де А и В - довжина й ширина приміщення, м; розглянемо машинний зал електропечі : А=30 м; В=20 м ;

h - висота підвісу світильників над розрахунковою поверхнею,h=4 м

$$i = \frac{20 \cdot 30}{4 \cdot (20 + 30)} = 3{,}0$$

Тоді коефіцієнт використання, тобто відносна частка потоку лампи, що падає на поверхню S, дорівнює 78% (=0,78).

Визначаємо кількість світильників:

$$N = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{n \cdot \Phi_л \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 2 \cdot 600 \cdot 1{,}1}{1 \cdot 35000 \cdot 0{,}78} = 7{,}2 \ шт.,$$

де Е - найменша освітленість (для газорозрядних ламп у прокатних цехах Е = 150 лк);

k - коефіцієнт запасу освітленості, k=2;

S – освітлена площа приміщення, S=600м^2;

z - коефіцієнт мінімальної освітленості, (для люмінесцентних ламп приймають z = 1,1);

n - число ламп у світильнику, n=1;

$\Phi_л$ – світловий потік лампи, $\Phi_л$=35000лм.

Вибираємо тип лампи: ДРЛ - 700,потужністю 700Вт; світильники «Астра-32» з однією лампою в кожному .

4.3.3 Виробничий шум

Виробничим шумом прийнято називати всякий шум, який присутній на робочому місці, на ділянці або території підприємства, що виникає в результаті виробничого процесу.

Під впливом шуму, що перевищує 85-90 дБА, в першу чергу знижується слухова чутливість на високих частотах. Сильний шум надає негативної дії на здоров'я та працездатність людей. Тривала робота в умовах підвищеного рівня шуму призводить до зниження працездатності, швидкого стомлення і психічного виснаження. До того ж порушується процес травлення, відбувається зміна об'єму внутрішніх органів. Впливаючи на кору головного мозку, шум, надає дратівливу дію, ослабляє увагу.

Для боротьби з шумом, безпосередньо в джерелі його виникнення, застосовують малошумні механічні передачі, розробляються способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторах. Акустичні засоби захисту від шуму можна розділити на декілька груп: звукоізолюючі, звукопоглинаючі і глушники шуму.

Суть методу зниження шуму звукоізоляцією передбачає шумоізоляцію обладнання, розташування гучного об'єкту на великій відстані один від одного і основного приміщення роботи. Можливе оснащення приміщення звукоізолюючою стіною або перегородкою. Звукопоглинання відбувається за рахунок переходу коливань енергії в теплоту, яка виникає унаслідок втрат в звуконосії на тертя.

Звукопоглинальні матеріали і конструкції призначені для поглинання звуку як в приміщеннях з джерелом шуму, так і в сусідніх приміщеннях. Акустична обробка приміщень передбачає покриття стелі і верхньої частини стенів звукопоглинальними матеріалами.

4.3.4 Виробничі випромінювання

Температурний режим у виробничих приміщеннях цеху або в ізольованих його частинах залежить від величини тепловиділень устаткування, агрегатів, нагрівальних колодязів, злитків, нагрітих напівфабрикатів і готової продукції, а також від сонячної радіації, що проникає в цех через відкриті і

засклені прорізи. Частина тепла, що надійшов у цех, віддається на зовні, а інше, так назване неявне або надлишкове тепло, нагріває повітря робочих приміщень.

Робітники прокатних цехів металургійних підприємств постійно або періодично піддаються впливові інфрачервоного випромінювання. Інтенсивність опромінення на робочих місцях у залежності від розмірів і температури джерел випромінювання, а також відстані від нього змінюється в широких межах.[3,4].

Для поліпшення умов праці в гарячих цехах і захисту працюючих від теплового впливу застосовують наступні способи: теплоізоляцію поверхонь, що випромінюють тепло, за допомогою водоохлаждаемых екранів, рам, щитів, завіс і ін.; теплоізоляцію й охолодження робочих місць (посад керування, кабін машиністів кранів і ін.); природну і механічну вентиляцію; повітряне охолодження замкнутих просторів нагрівальних колодязів, що знаходяться в ремонті; водораспыление на робочих місцях і в приточных віконних прорізах; спецодяг і індивідуальні захисні пристосування - щитки, екрани, окуляри, світлофільтри; раціональну організацію режиму праці і відпочинку.

Ефективним засобом зниження шкідливого впливу теплових виділень є максимальне скорочення часу перебування нагрітого металу і шлаку у виробничих приміщеннях.

4.3.5 Гігієна праці

Гігієна праці це наука, що вивчає дію трудового процесу і навколишнього виробничого оточення на організм працюючої людини. Виробнича санітарія, у свою чергу, є системою організаційних заходів і засобів, що запобігають дії шкідливих чинників на робітниках. Такими можуть бути пил, шум, висока температура, інфрачервоне випромінювання.

Людина постійно знаходитися у взаємозв'язку з довкіллям, в міру можливості він пристосовується до неї, або пристосовує її до себе, забезпечуючи умови для існування. В разі недостатнього пристосування зовнішнє середовище надає

несприятливу дію на людину, унаслідок чого страждає його фізичне і психічне здоров'я.

На основі вивчення умов і характеру праці на підприємствах чорної металургії і їх впливу на організм робітників розроблений комплекс організаційних, санітарно-технічних і лікувально-профілактичних заходів, направлених на усунення несприятливих чинників виробничого середовища. Серед них запобігання або зменшення їх впливу на організм людини, а також зміна самого характеру праці для зміцнення здоров'я працівників і підвищення їх працездатності.

Нагрітий до 1250 °С метал приводить до виникнення зайвого тепла і інфрачервоного випромінювання. Це, поза сумнівом, є чинником, що негативно впливає на здоров'ї робочого. Згідно з цеховими вимірами інфрачервоне випромінювання складає більше 2000 т/м^2 і відноситися до другого класу.

Шум, що виникає при роботі устаткування по цехових вимірах, відноситися до другого класу і складає рівень в 100 дБА. Допустимий рівень не повинен перевищувати 80 дБА (при частоті 1000 Гц). Для зменшення тертя шийок валків застосовують воду, яка при попаданні на валяння приводить до паротворення.

4.4 Заходи пожежної безпеки

Цех по пожежонебезпеці має категорію Г(негорючі речовини в гарячому стані).Адміністративна будівля цеху ставиться до 11І ступеня вогнестійкості (будівля з несучими конструкціями, що огороджені, із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плитових негорючих матеріалів) згідно ДБН 1.1.-7.2002.

Межі вогнестійкості конструкцій

- несучі й сходові клітки – 1год.;
- само несучі – 0,5год.;
- зовнішні несучі - 0,25год.;

- внутрішнє несучі - 0,25 год.;

- колони - 1 год.;

- сходові площадки, щаблі, балки, марші сходових кліток -0,5год.;

- плити, настили й ін. несучі конструкційні перекриття - 0,75 год..

До первинних засобів пожежогасіння в цеху відносять: вогнегасники ВП-10 (5 шт.), ВВ-2 (14 шт.), ВВП-1Д (8 шт.), пожежний інвентар (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інвентар (багри, ломи, сокири й ін.).Цех має внутрішній протипожежний водопровід з пожежними кранами й рукавами.

На території цеху забороняється:

- закривати й захаращувати проїзди, під'їзди й підходи до будівлі, водопровідним і пожежним гідрантам;

- виключати окремі ділянки водогінної мережі, внутрішні пожежні крани, знижувати встановлений тиск у мережах;

- допускати до вогневих робіт осіб, що не пройшли інструктаж пожежного техмінімуму;

- користуватися водою з пожежних водойм і засобами пожежогасіння не по прямому призначенню;

- застосовувати відкритий вогонь при огляді встаткування й комунікацій.

ВИСНОВКИ

1. Отже, ознайомлення з технологією і устаткуванням прокатного цеху ПАТ «Дніпроспецсталь» показало, що одним з основних «вузьких місць» цеху є незадовільна робота натискного механізму горизонтальних валків робочої кліті стану блюмінг 1050. Недоліком натискного механізму є наявність телескопічного пристрою для захисту натискного гвинта, який не дозволяє використовувати рідке мастило для змащення гвинтової пари.
2. На основі проведеного огляду і аналізу технічної і патентної літератури, а також виходячи з виробничих можливостей, конструкція натискного механізму понесла зміни. Запропоновано встановити сильфон ний пристрій для захисту гвинта натискного механізму, що полегшить експлуатацію устаткування, зменшить його аварійність і підвищить надійність.
3. Розраховано основні показники модернізованого вузла натискного пристрою та виконані перевірочні розрахунки на міцність
4. В частині «Монтаж, єксплуатація та ремонт» описано технологічне обслуговування та монтаж устаткування, виконані розрахунки фундаменту, подані пропозиції по підвищенню терміну служби вузлів і деталей.
5. В частині «Охорона праці» зроблений аналіз шкідливих факторів виробничого середовища і розрахунок рівня механізації . Описані технічні рішення по виробничій санітарії та необхідні міри пожежної безпеки.
6. Результати роботи можуть бути рекомендовані для впровадження в прокатному виробництві.

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. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник. 2-ге вид. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
3. Васильченко Т.О, Шевченко І.А, Гречаний О.М. Опір матеріалів : навчально-методичний посібник Запоріжжя : ЗНУ, 2020. – 263 с.
4. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник. Харків: Харківський політехнічний інститут, 2020.
5. Ф. К. Іванченко, В. М. Гребеник, В. І. Ширяєв . Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів. навч. посібник – Київ : Вища школа, 1995. – 455 с.
6. Самохвал В.М. Конспект лекцій з дисципліни" Конструкції технологічних агрегатів в процесах ОМТ. Частина 4. Обладнання прокатних та волочильних цехів" для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 136 – Металургія за освітньо-професійною програмою «Металургія». Кам'янське, ДДТУ, 2017. - 91 с
7. Жук А. Я., Желябіна Н. К. Основи розрахунків приводів машин: Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 1996. 145 с.
8. Жук А. Я., Малишев Г. П. Основи технічного діагностування: навч-метод. посіб.– Запоріжжя: ЗДІА, 2007. – 114 с.
9. Кравченко В. М., Іщенко А. О., Сидоров В. А., Буцукін В. В. Експлуатація та обслуговування машин. Донецьк: Донбас, 2014. 543 с.
10. Numerical simulation of the fine blanking process of sheet titanium / J. Adamus, P. Lacki, W. Wieckowsky // Archives of Metallurgy and Materials, 2011. – Volume 56, Issue 2. – P. 431-437. 334. Investigation of metal flow direction during double – core rod rolling in slitting oval pass / A. Stefanik, S. Mróz, H. Dyja // Proceedings of the 12th International Scientific

Conference “Achievements in Mechanical and Materials Engineering” AMME’2003, Gliwice- Zakopane, 2003. – P. 839-842

11. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин: Підручник.– 3–є вид., перероб. і доп. – К.:НМК ВО, 1992. – 368с.
12. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин : підручник. 4-е вид.,перероб. і доп. Донецьк: ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2008. 379 с.
13. Ремонт металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 236 с.
14. Технічне обслуговування металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 288 с.
15. Півняк Г.Г., Бешта О.С., Фількін М.П. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. 352с.
16. Охорона праці на гірничо–металургійному підприємстві: навч. посібник. Ч.І: Металургійний комплекс. / В.О.Шеремет та ін. Дніпропетровськ: Січ, 2002. 375 с.
17. 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.
18. ДСН 3.3.6.042–99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
19. 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.

20. Геврик Е. О. Охорона праці. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / Е. О. Геврик. – К: Ельга, Ніка–центр, 2003. – 280 с.

21. ДБН В.1.1–7:2016.Пожежна безпека об'єктів будівництва Загальні вимоги [Електронний ресурс] // Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово–комунального господарства України. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/32.1.%20ДБН%20В.1.1–7~2016.%20Пожежна%20безпека%20об'єктів%20будівни.pdf.

22. 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.

23. Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека. Навч.посіб. / К. Н. Ткачук. та ін. – К: Основа, 2009. – 360 с.

ДОДАТКИ