

## РЕФЕРАТ

Даний дипломний проект присвячений підвищенню експлуатаційної надійності кліті 730ПН (попередньо напруженої) за рахунок конструктивних змін. Загальна частина містить опис структури та обладнання підприємства в цілому та сортопрокатного цеху .

В спеціальній частині проведений патентний огляд щодо машин сортопрокатного цеху Враховуючи досвід експлуатації та проектування прокатних клітей запропоновано заходи щодо зменшення коливання поперечних розмірів профілю прокату. Виконані розрахунки кліті та її деталей.

В розділі «Монтаж, ремонт і змащення обладнання» розроблено питання розбирання машини та розрахунок засобів її стропування. Також приведено обґрунтування способу кріплення машини до фундаменту, виконано розрахунок і вибір фундаментних болтів, розроблено схему геодезичного обґрунтування монтажу та розроблений порядок збирання та монтажу машини.

В розділі «Організація технічного обслуговування і ремонтів» представлено систему організації ремонтних робіт, а також технологічна та планова ревізія.

В розділі «Економічне обґрунтування інженерних розробок» обґрунтовано економічну доцільність запропонованих заходів.

В розділі «Техніка безпеки та охорона праці» наведено аналіз потенційно небезпечних факторів, що негативно впливають на персонал. Представлено заходи щодо пожежної безпеки.

Дипломний проект складається з графічної частини та пояснювальної записки. Графічна частина містить 3 креслення загальним обсягом 6,5 аркушів формату А1, котрі разом зі специфікаціями наведені на 5 сторінках формату А4 у додатках до пояснювальної записки. Пояснювальна записка містить 81 сторінку формату А4, у тому числі рисунків – 30, таблиць – 3, перелік джерел посилання – 8 примірників.

Ключові слова: попереднє напруження, прокатна кліть, сортовий профіль.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ	5
ВСТУП	7
1 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОПРОКАТНОГО ЦЕХУ	8
1.1.1 Загальна технічна характеристика	8
1.1.2 Стислий опис технологічного процесу	8
1.2 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД	13
1.2.1 Огляд конструкцій прокатних клітей	13
1.2.2 Патентний огляд	20
1.3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПРОЕКТУ	32
1.4 РОЗРАХУНОК КЛІТИ ТА ЇЇ ДЕТАЛЕЙ	35
1.4.1 Розрахунок робочого валка на міцність	35
1.4.2 Визначення прогину валка	37
1.4.3 Розрахунок станини міцність і визначення її жорсткості .	38
2 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ	42
2.1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗБИРАННЯ МАШИНИ	42
2.2 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР КАНАТУ ДЛЯ СТРОПІВ	43
2.2.1 Конструкція та призначення стропів	43
2.3 РОЗРАХУНОК СТРОПІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ КЛІТИ 730ПН	47
2.4 РОЗРОБКА ГЕОДЕЗИЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ МОНТАЖУ КЛІТИ 730ПН	48
2.4.1 Вибір способу кріплення машини	48
2.4.2 Розрахунок фундаментних болтів	49
2.5 РОЗРОБКА СХЕМИ ГЕОДЕЗИЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ МОНТАЖУ	54
2.6 ПОРЯДОК ЗБИРАННЯ, МОНТАЖУ ТА ВИВІРЯННЯ МАШИНИ	56
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ	61
3.1 СИСТЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТНИХ РОБІТ В ПРОКАТНОМУ ЦЕХУ	61
3.2 ТЕХНОЛОГІЧНА РЕВІЗІЯ.	61
3.3 ПЛАНОВА РЕВІЗІЯ.	63
3.3.1 Облік термінів служби підшипників	64
3.3.2 Технічне обслуговування	64
4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК	65

4.1	РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ СОРТОПРОКАТНОГО ЦЕХУ НА РІК	65
4.2	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	67
5	ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	69
5.1	АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ЧИННИКІВ	69
5.2	ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА	77
	ВИСНОВКИ	80
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	81
	ДОДАТКИ	82

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

$P_N$  – попереднє напруження;

$P$  – максимальне зусилля на валки при прокатці;

$M_{кр}$  – максимальний обертаючий момент на приводному кінці валка;

$D_{min}$  – діаметр бочки валка після переточування;

$b, h$  – сторони прямокутника перетину лопаті;

$R$  – радіус кривизни лопати;

$W_k$  – момент опору перетину крутінню;

$\beta$  – коефіцієнт що залежить від співвідношення сторін;

$\tau_{max}$  – напруга крутіння;

$n_t$  – коефіцієнт запасу міцності щодо межі міцності при крутінні

$\tau_n$  – межа міцності матеріалу при крутінні;

$\xi_{\tau}$  – масштабний фактор, що враховує абсолютні розміри деталі при крутінні

$R_B^1, R_B^2$  – реакції опор;

$\sigma$  – напруга вигину;

$x_{ш}$  – плече додавання сили;

$d_{ш}$  – діаметр шийки валка;

$K_{\sigma}$  – коефіцієнт концентрації нормальних напружень;

$K_{\tau}$  – коефіцієнт концентрації дотичних напружень;

$\sigma_{рез}$  – результуюча напруга;

$M_{из}^1, M_{из}^2$  – згинальні моменти;

$F_1$  – прогин валка від дії згинаючого моменту;

$D$  – діаметр бочки валка;

$d$  – діаметр шийки валка;

$E$  – модуль пружності матеріалу;

$F_2$  – прогин валка від дії поперечних сил;

$G$  – модуль здвигу;

$f_B$  – сумарний прогин валків;

$F$  – площа перетину станини;

$S$  – статичний момент опору перетину;

$y_c$  – ордината центру ваги;

$J$  – момент інерції перетину;

$W_A$  – мінімальний момент опору перетину :

$M_n$  – згинальний момент у поперечці;

$\sigma_a$  – напруга вигину в середині поперечки;

$\sigma_\delta$  – напруга розтягування в стойці;

$n$  – запас міцності;

$n_f$  – запас міцності на втому;

$f_{кл}$  – сумарна деформація кліті;

$k$  коефіцієнт, що враховує деформацію інших деталей кліті;

$C$  – жорсткість робочої кліті.

## ВСТУП

Ефективність роботи обладнання забезпечується низкою організаційних і технічних заходів, серед яких найважливіше значення мають якісний монтаж, кваліфіковане технічне обслуговування, своєчасний і якісний ремонт.

Оснащення металургійних підприємств новою сучасною технікою підвищує складність ремонтних робіт і вимоги до працівників ремонтної служби.

В даний час велике значення на підприємствах набувають питання науково обґрунтованого планування ремонтних робіт, поліпшення організації ремонтної служби. Незадовільна організація ремонту є одною з основних причин великих витрат на ремонтні роботи.

Удосконалення ремонтних робіт йде по шляху централізації і спеціалізації, що досягається підпорядкуванням всіх ремонтних підрозділів відділу головного механіка, організацією централізованого виготовлення запасних частин і вузлів устаткування і створенням в ремонтно-механічному цеху заводу спеціалізованих ділянок і бригад по ремонту певних видів обладнання.

## 1 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Характеристика сортопрокатного цеху

#### 1.1.1 Загальна технічна характеристика

1. Розрахункова річна продуктивність стану до 1,6 млн.т.
2. Сумарна потужність установлених на стані електродвигунів (враховуючи головні) 60000 кВт.
3. Сумарна потужність головних електродвигунів 36550 кВт.
4. Кількість робочих клітей 15
  - горизонтальних 850 – 2 (1Г,2Г)
  - горизонтальних 730 – 7 (4Г, 6Г, 7Г, 9Г, 10Г, 11Г, 12Г)
  - вертикальних 730 – 3 (3В, 5В,8В)
  - горизонтальних 580 – 3 (13Г, 16Г, 17Г)

Замість останньої чистової кліті 17Г передбачене встановлення універсальної кліті 17У. Характеристика клітей приведена у таблиці 1.1.

5. Максимальна швидкість виходу розкату з чистової кліті 10 м/с.
6. Максимальна довжина розкату після виходу з останньої чистової кліті 97 м.
7. Довжина готового прокату 6 – 24 м.
8. Кількість холодильників 4.
9. Кількість ліній холодної обробки 4.
10. Дільниці до обробки прокату, взагалі 5.
13. Маса механічного обладнання стану (без запчастин, змінних комплектів і електроустаткування) 162300 т.
14. Вага запасних частин, що поставляються з механічним обладнанням стану 5100 т.
15. Вага змінних комплектів, що поставляються з механічним обладнанням стану 11000 т.

#### 1.1.2 Стислий опис технологічного процесу

Вихідною заготівлею для стану є блюми перетином 300×300 мм, довжиною від 5,6 до 6,0 м [1]. Склади блюмів розташовані в другому і третьому прольотах будівлі блюмінга й у прольоті К – М будинку стану 600.

Призначені до завантаження блюми кранами укладаються на завантажувальні пристрої стану. Завантажувальним рольгангом блюми спочатку транспортуються до ваг, зважуються на них і далі рольгангом передаються до тієї чи іншої методичної нагрівальної печі. Зупинка блюмів у ваг здійснюється пересувним зникаючим упором.

Подані до печей блюми штовхачами зіштовхуються з завантажувального рольганга на прийомні ґрати, а з них на глісажні труби печей. Нагріті до температури 1250°C, блюми по ковзалах скочуються на приймальний рольганг, яким транспортуються до першої обтискної кліті стану 1Г. Після з кліті 1Г блюм рольгангом подається до першої безупинної групи клітей, при необхідності кантується перед нею кантувачем на 90°, і задається в робочі валки кліті 2Г. Передача підкату від однієї кліті безупинної групи до іншої здійснюється по охолодженим жолобах.

Підкат після виходу з кліті 6Г рольгангом передається до виделкового кантувача і задається в роликову прохідну підігрівальну піч, де підігрівається до 1180°C и видається до ножиць гарячого різання.

На ножицях гарячого різання підкат, у залежності від профілю готового прокату, ріжеться на таке число частин, щоб забезпечити вільний вихід розкату з кліті 7Г.

Після різання на ножицях частини підкату задаються у валки кліті 7Г. Вийшовши з кліті 7Г, розкат надходить до другої безупинної групи клітей (8Г, 9Г, 10Г).

Прокатка металу в цій групі клітей здійснюється також як і в першій групі. Отриманий розкат рольгангом транспортуються до передатного ланцюгового шлепера, яким передається на другу робочу лінію клітей, що має у своєму складі дві послідовно розташовані горизонтальні кліті 730 (11Г и 12Г) і одну послідовно розташовану горизонтальну кліть 580 (13Г).

За клітями 12Г и 13Г установлені передатні ланцюгові шлепери для передачі розкату з другої робочої лінії клітей на третю.

Шлепер за кліттю 12Г дозволяє обходити кліті 13Г, 16Г. Установка передатного шлепера за кліттю 6Г дозволяє обходити відразу кліті 7Г, 8В, 9Г, 10Г, 11Г, 12Г и 13Г. Усі шлепери працюють у кроковому режимі. Третя робоча лінія клітей має у своєму складі дві послідовно розташовані горизонтальні кліті 580 (16Г и 17Г).



Схемами прокатки передбачається пропуск ряду клітей на різних лініях стану.

Остаточний сформований прокат рольгангом видається на ділянку пил гарячого різання, наприкінці якого гальмується, і на швидкості 1,0...1,5 м/с доводиться до щита пересувного упору, встановленого наприкінці рольганга.

Зупинений упором прокат штовхачем знімається з рольганга, що рухається, і пересувається на стелаж різання. З дев'яти пересувних пил гарячого різання, одна призначена для відрізки переднього нерівного кінця, а вісім для розрізки прокату на потрібні довжини (до 8 частин).

Рольгангом, що відводить, прокат передається до холодильників №1 і №2 (довжина непорізаного прокату до 49 м), чи до холодильників №1, №2 і до №3, №4.

До холодильників №1 і №2 транспортується задня немірна частина розкату з необрізаним заднім кінцем і частина порізаного прокату, а до холодильників №3 і №4 - інші частини порізаного на потрібні довжини прокату. На рольгангу, що відводить, порізаний прокат «відривається» друг від друга.

За час циклу прокатки відбувається одне крокове переміщення ланцюгів вхідних шлеперів.

Включенням на різ обертовий диск стаціонарної пили опускається на лежачий прокат і задній кінець (нерівний) немірного прокату відрізається на заздалегідь задану величину.

Обрізані кінці (передній і задній) по жолобах скочуються на транспортери збирання обрізі, якими потім скидаються в мульди.

Проби забираються як від переднього кінця розкату, так і від заднього. Від переднього кінця – пересувною пилою гарячого різання, встановленою біля холодильника №4. Від заднього кінця – стаціонарною пилою гарячого різання біля холодильника №1, також відрізають нерівні кінці розкату.

Відрізка проби від заднього кінця робиться на тумбі біля рухливого столу холодильника № 1. Відрізка проби від переднього кінця робиться відразу ж після зняття прокату з рольганга, і передачі його на стелаж вхідного шлепера холодильника №4 першим кроковим переміщенням.

Знімання такої проби з жолоба обрізки здійснюється вручну. Проба, відрізнана від переднього кінця, падає на решітку холодильника №4, відкіля вручну забирається, охолоджується і вручну ж укладається у візок пневмотранспортерів.

Візками пневмотранспорту проби доставляються до кліті 17Г. Виїмка проб з візків біля кліті 17Г також здійснюється вручну.

Після обрізки заднього кінця чи після відрізки проб, прокат другим кроковим переміщенням ланцюгів вхідних шлеперів передається на несучі ланцюги транспортерів холодильників, що рухаються безупинно. Цими ланцюгами охолоджений прокат повільно, зі швидкістю 10...24 мм/з переміщається убік вихідних канатних шлеперів.

Двотаврові балки і швелери при цьому відразу ж після передачі на несучі ланцюги, транспортерів кантуються кантувачами відповідно на 900 і 1800, а немірні задні штуки прокату круглої і квадратної форми клеймуються в торець маятниковим клеймувачем, встановленим у холодильника № 1.

Охолоджений прокат вихідними канатними шлеперами по одній штуці знімається з несучих ланцюгів транспортерів і передається на рольганги холодильників. Рольгангами холодильників, що відводять, прокат транспортується до правильних пересувних машин (СПМ), задається в них і, виправлений, приймається рольгангами за СПМ.

Перед видачею в СПМ рейок, останні кантуються на підшву спеціальними кантувачами рейок, убудованими в рольганги холодильників. Видача рольгангом рейок у СПМ здійснюється за допомогою кантувача. З рольганга за СПМ прокат може бути знятий чи канатним шлепером, якщо він підлягає розрізанню на більш короткі штуки, чи ланцюговим, якщо розрізанню не підлягає. І в тім і в іншому випадку прокат надалі може бути скинутий у кишені чи покладений на стелажі, що перекривають кишені, або за винятком швелерів, передає їх на лінію різання, спрямований на укладання в сортоукладачем.

Прокат, що підлягає розрізанню на пилі, канатним шлепером по одній штуці знімається з рольганга СПМ і передається: чи відразу на рольганг перед пикою, якщо розрізання поштучне, чи спочатку на стелаж перед рольгангом, де збирається в пакети шириною до 800 мм, а потім на рольганг перед пилою. Рольгангом перед пилою прокат передається до пили, зупиняється пересувним навісним упором, затискається затиском із притиском і ріжеться на довжини від 4-х до 12-ти метрів. Порізаний прокат ланцюговим шлепером, передається на транспортний рольганг видачі, яким передається до сусідніх кишень чи до сортоукладача, з якого знімається у свою кишеню чи на стелаж своєї кишені. Прокат, що не підлягає різанню, ланцюговим шлепером за СПМ, першим кроковим переміщенням ланцюгів знімається з рольганга, другим передається до канту-

вача швелерів, третім кроковим переміщенням переміщається з зони дії кантувача і четвертим кроком передається до шлепера за сортоукладачем.

При роботі в кишені чи на стелажі кишень, прокат четвертим кроковим переміщенням ланцюгів шлепера за СПМ набирається в ряди шириною до 800 мм, що потім кроковим переміщенням ланцюгів шлепера передаються на транспортний рольганг видачі, з якого скидаються в кишені чи зрушуються на стелажі кишень.

Укладання трубних заготовок на завантажувальний стелаж ділянки здійснюються кранами, що обслуговують склад готової продукції. Покладені на похилий стелаж заготовки розкочуються по стелажі і за допомогою затримувача з дозатором по одній штуці видаються на приймальний рольганг. З приймального рольганга вони знімаються викидачами, передаються в жолоб вштовхувача і їм задаються в косо валкову правильну машину (РПМ). Рольгангом за РПМ виправлені заготовки транспортуються до викидача, якими знімаються з рольганга і передаються чи на похилу решітку з кишенею наприкінці чи на решітку, обладнану дозатором для передачі на лінію зняття фасок. Рольгангом лінії зняття фасок заготовлі транспортуються до верстатів. Після зняття фасок заготовки викидачем знімаються з лінії зняття фасок і передаються на лінію освітлення. Прояснені заготовки знімаються з рольганга викидачем і передаються на решітку перед лініями огляду. З цієї решітки за допомогою затримувачів з перекривачами і дозатора, вони скочуються на один з чотирьох рольгангів огляду, обладнаних роликками. Оглянуті з застосуванням механізованого кантування заготовки з відповідними позначками направляються чи до решітки придатного прокату – якщо придатні, чи до решітки газового різання – якщо забраковані, чи до решітки у фрезерних верстатів – якщо вони вимагають фрезерування бракованих місць. Придатні заготовки знімаються з рольганга і скочуються в кожній з 2-х кишень.

Заготовки, подані до решітки газового різання і зняті в такий же спосіб, по решітці постаченої перекривачами і дозатором скочуються на стелаж різання.

З цього стелажу придатні залишки заготовок скидаються в кишеню, а негідні частини ріжуться в скрап.

З усіх кишень ділянки збирання заготовок здійснюється кранами.

Завантаження прокату на завантажувальний стелаж ділянки здійснюються кранами, що обслуговують склад готової продукції. На стелажі прокат за допомогою канатного шлепера розтаскується і видається на приймальний рольганг

по одній штуці – якщо потрібно виправлення, чи пакетом шириною до 400 мм – якщо потрібна різка. Прийомним рольгангом прокат подається до правильної машини 9×800 консольного типу, правиться, передається до канатного передатного шлепера. Їм прокат знімається з рольганга з правильної машини і передається на лінію рольганга пили холодного різання. Розрізаний прокат направляється до кишені, зупиняється упором і зіштовхувачем зіштовхується в кишеню. З кишені готовий прокат убирається кранами.

кліті, наприклад, недостатню твердість верхнього натискного пристрою, неточність настроювання кліті за допомогою регулювальних підкладок, погрішності установки клинів, що кріплять кришку.

Усе це, а також елементарне старіння металу (кліті працюють з 1966 року) веде до того, що якість прокату, що випускається, не завжди відповідає прийнятним нормам.

З метою усунення зазначених недоліків пропонується:

Запресувувати клини за допомогою гідравліки, а не вручну, що забезпечить велику міцність і точність клинового з'єднання.

Замінити гвинтову пару верхнього натискного механізму гідроциліндром, що підвищить точність настроювання верхнього валка кліті і забезпечує попередню напругу.

Установити гідроциліндри осьової фіксації подушок з валками, що збільшить точність настроювання валків в осьовому напрямку.

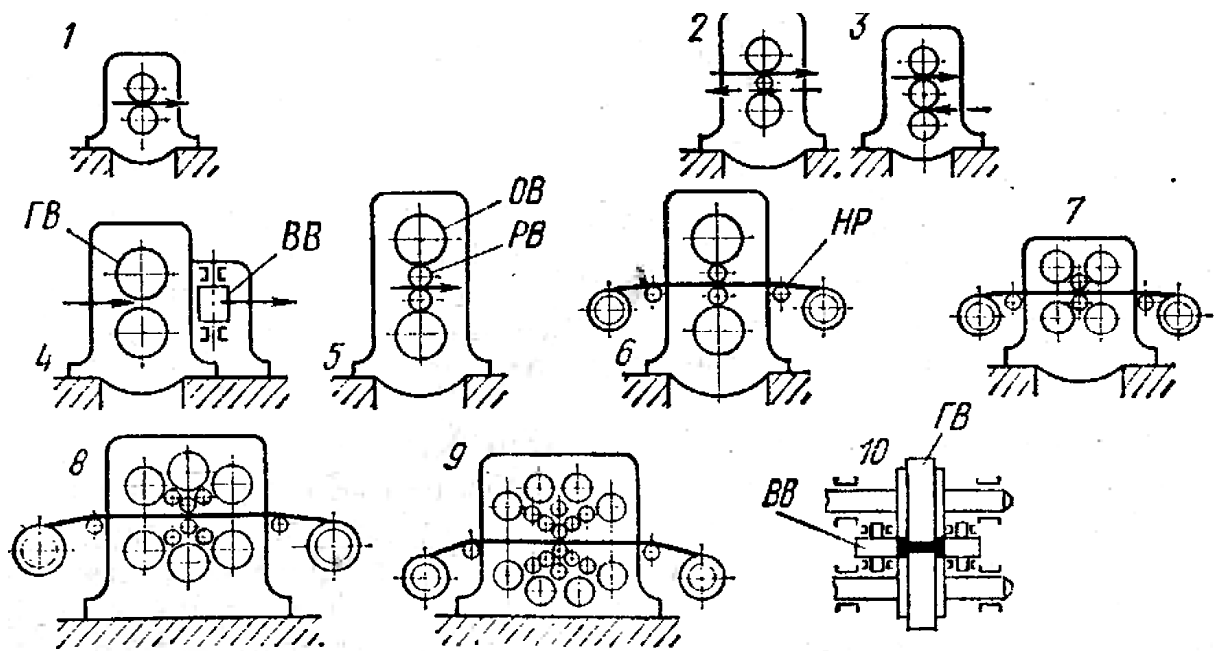
Ці, і деякі інші, зміни існуючої конструкції кліті 730 сортового стану 600 ведуть до поліпшення якості прокату, скороченню браку і зменшенню імовірності відмовлення устаткування лінії. Докладніше на питаннях модернізації зупинимося в наступних розділах.

## 1.2 Літературно-патентний огляд

### 1.2.1 Огляд конструкцій прокатних клітей

Робочі кліті [1] прокатних станів можна розділити на кілька груп (рис. 1.1): двовалкові, тривалкові, чотири валкові, багато валкові, універсальні і кліті спеціальної конструкції.

Двох валкові кліті бувають реверсивні і неревверсивні.



1-двовалкова кліть;2-тривалкова кліть;3-тривалкова сортова кліть;4-універсальна двовалкова кліть;5-кліть чотирьох валкова листова нереверсивна;6-кліть чотирьох валкова реверсивна;7-шестивалкова кліть;8-кліть 12-валкова;9-кліть 20-валкова для прокатки тонкої смуги;10-кліть універсальна для прокатки двотаврових балок

Рисунок 1.1 – Робочі кліть з різним розташуванням валків

Кліті реверсивні періодично змінюють напрямок обертання валків і прокатуваний метал проходить через валки вперед і назад кілька разів. На (рис. 1.2) показаний загальний вигляд двох валкова робочої кліті блюмінга 1300 конструкції УЗТМ. Кліть складається з двох верстати з плитами, валків 2 з подушками 3 і підшипниками, механізми для переміщення верхнього валка 4 і пристроїв для його врівноваження. Діаметр робочих валків 1300 мм (по буртам калібрів 06 на рис. 1.1). Міна бочки 2800 мм, мінімальний діаметр бочки після переточування 1180 мм. Валки встановлені в цільна пресованих текстолітових підшипниках, діаметр і довжина шийок 750 мм

Для змащення валків безперервно подають фільтровану воду і періодично густе мастило. Кожен валок приводиться від індивідуального електродвигуна потужністю 6800 кВт; номінальний момент двигуна 1,1 МНм. Максимальний розчин валків 1150 мм. У вікнах станин закріплені напрямні планки 5, по яких переміщуються подушки 3 верхнього валка. Подушки нижнього валка встановлені нерухомо. Після переточки валків під них підкладають змінні прокладки для збереження лінії прокатки на постійній позначки (+970 мм). Для сприйнят-

тя осьових. Зусиль від подушок верхнього валка із зовнішнього боку кожної стойки станини прикріплені масивні планки б. осьові зусилля від подушок нижнього валка сприймаються боковими планками 7. У корпусі кожної подушки знаходиться касета з текстолітовими вкладишами для сприйняття реальних осьових зусиль

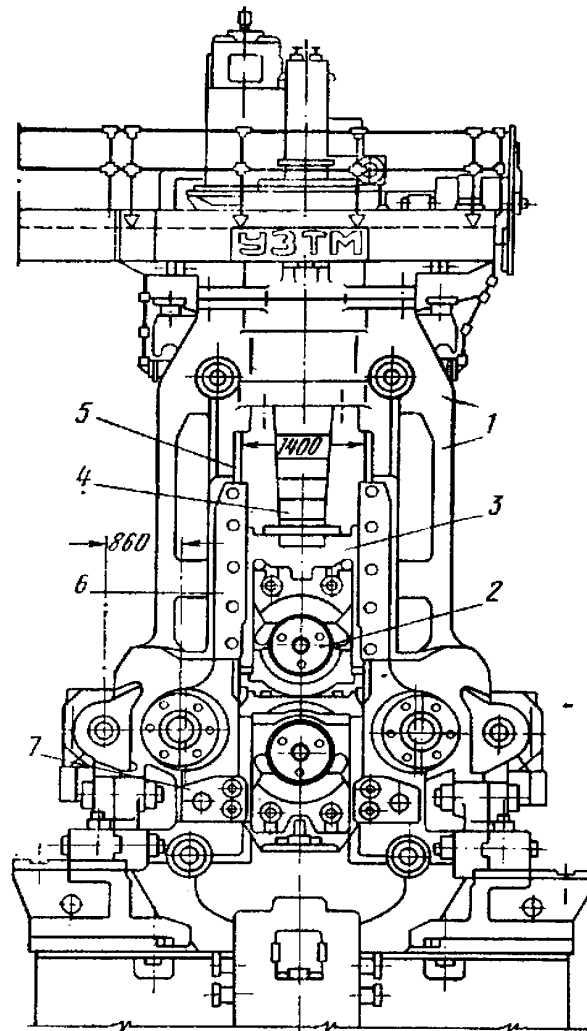


Рисунок 1.2– Загальний вигляд двох валкова робочої кліті блюмінга  
1300

Верхній валок з подушками урівноважений за допомогою важільного пристрою з двома контрвантажами (на нових блюмінгах застосовують роликові підшипники для валків і гідравлічне урівноваження). Натискні гвинти приводяться від двох фланцевих вертикальних електродвигунів постійного струму потужністю кожен 300 кВт; максимальна швидкість установки верхнього валка 220 мм / с. Загальна маса робочої кліті 700 т. Кліті двох валкові не реверсивні з обома приводними валками мають постійне напрямок обертання валків. У кож-

ній кліті станів здійснюватися тільки по одному пропуску металу в одному напрямлені.

На рис. 1.3 показаний загальний вигляд чистової нереверсивний робочий кліті не перериваного дротового стану 250. Нижній робочий валок має привід від головного фланцевого електродвигуна 2 через універсальний шпindel 3 з зубчастими або кульковими муфтами 4. Верхній робочий валок 5 наводиться допоміжним фланцевим електродвигуном 6. Для забезпечення точних розмірів профілю необхідна точна синхронізація окружної швидкості обох валків. найбільш надійно способом синхронізації є привід від електродвигуна тільки одного валка; при прокатці металу швидкість другого неприводного валка (навіть при певній різниці діаметрів валків) завжди дорівнює швидкості ведучого валка. для покращення умов захоплення металу при вході профілю в валки другий валок має привід від невеликого допоміжного електродвигуна потужністю 5-30 кВт.

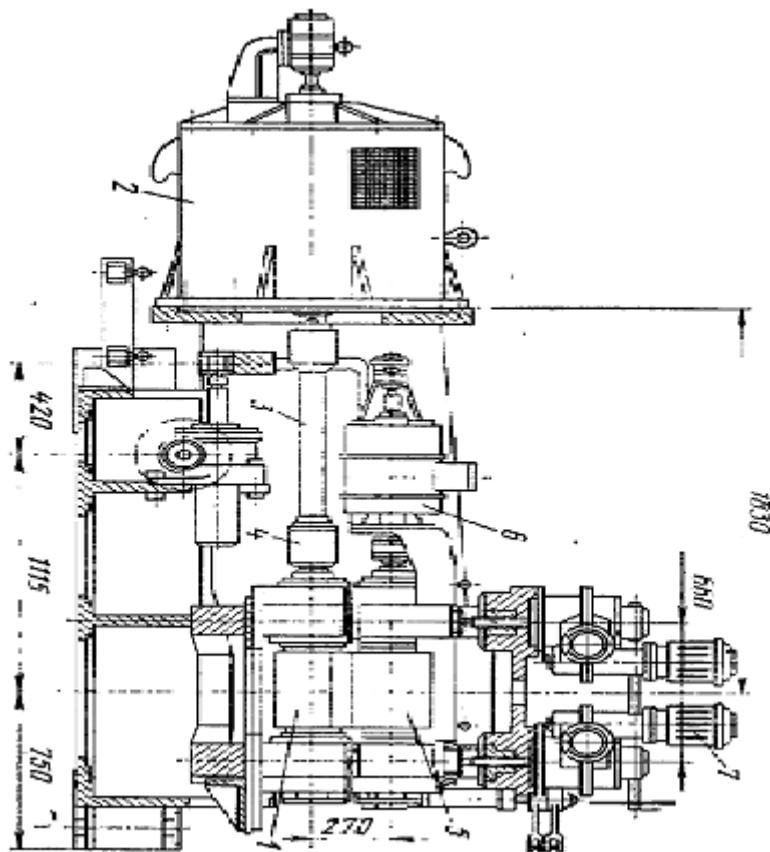


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд чистової нереверсивної робочої кліті

Таким чином, при холостому ході (до захоплення металу) обидва валка є приводними; після захоплення металу валками основну роботу деформації

здійснює один валок, який має привід від головного двигуна більшої потужності; другий допоміжний двигун в цей період працює в руховому або генераторному режимі. Валки встановлені в підшипниках рідинного тертя. Подушки верхнього валка мають пружинне урівноваження. Станина являє собою сталевий литий моноблок з верхньої і нижньої поперечною і фланцем для кріплення головного електродвигуна. Натискні гвинти приводять вертикальними фланцевими кільцевими електродвигунами 7 через черв'ячні передачі; швидкість переміщення гвинтів 100-200 мм/с переміщається по напрямних плитовини за допомогою черв'ячно-гвинтового механізму, закріпленого на плитовині при необхідності заміни валків здійснюють комплектну зміну всій кліті.

Робоча кліть вертикальних валків має аналогічну взаємо заміну конструкцію: кліть встановлюють на плитовину, має вертикальну стойку. В останні роки створені без станині двох валкові кліті попередньо-напруженого типу, які успішно працюють в складі сортових станів.

Кліті тривалкові (нереверсивні). На валках сортових тривалкових клітей можна розташувати більше калібрів, ніж на валках двох валкової клітей. Метал рухається в одну сторону між нижнім і середнім вилками, а у зворотний бік між середнім і верхнім. Для підйому прокочується смуги та за дачі її між верхнім і середнім валками перед кліттю (а іноді і позаду неї) встановлюють підйомні столи. У листових тривалкових клітях середній валок (меншого діаметра) не приводний; він притискається при прокатці того верхнього. то до нижнього валку і обертається ними в результаті тертя.

Кліті чотирьох валкову. У чотирьох валкову кліті валки розташовані один над іншим: два робочих валка меншого діаметру (Середні) і два опорних більшого діаметра (крайні верхній і нижній). Опорні валки призначені для збільшення жорсткості системи валків і робочої кліті в цілому. Стани з чотирьох валковим клітями отримали широке застосування при прокатці тонких і товстих листів і смуг.

Чотирьох валкову кліті для прокатки рулонів використовують як нереверсивні в безперервних станах і як реверсивні в одно клітьових станах гарячої і холодної прокатки. В першому випадку перед кліттю встановлюють розмотувач рулонів, а за нею моталку, що створює натяг смуги і намотують її на барабан. У другому випадку моталки встановлюють по обидва боки кліті, і прокатка відбувається по черзі то в одному, то в іншому напрямку (рис. 1.4) надано загальний



вигляд робочої чотирьох валкову кліть реверсивного стану конструкції УЗТМ для холодної прокатки смуги (шириною до 1500 мм і товщиною до 0,5 мм).

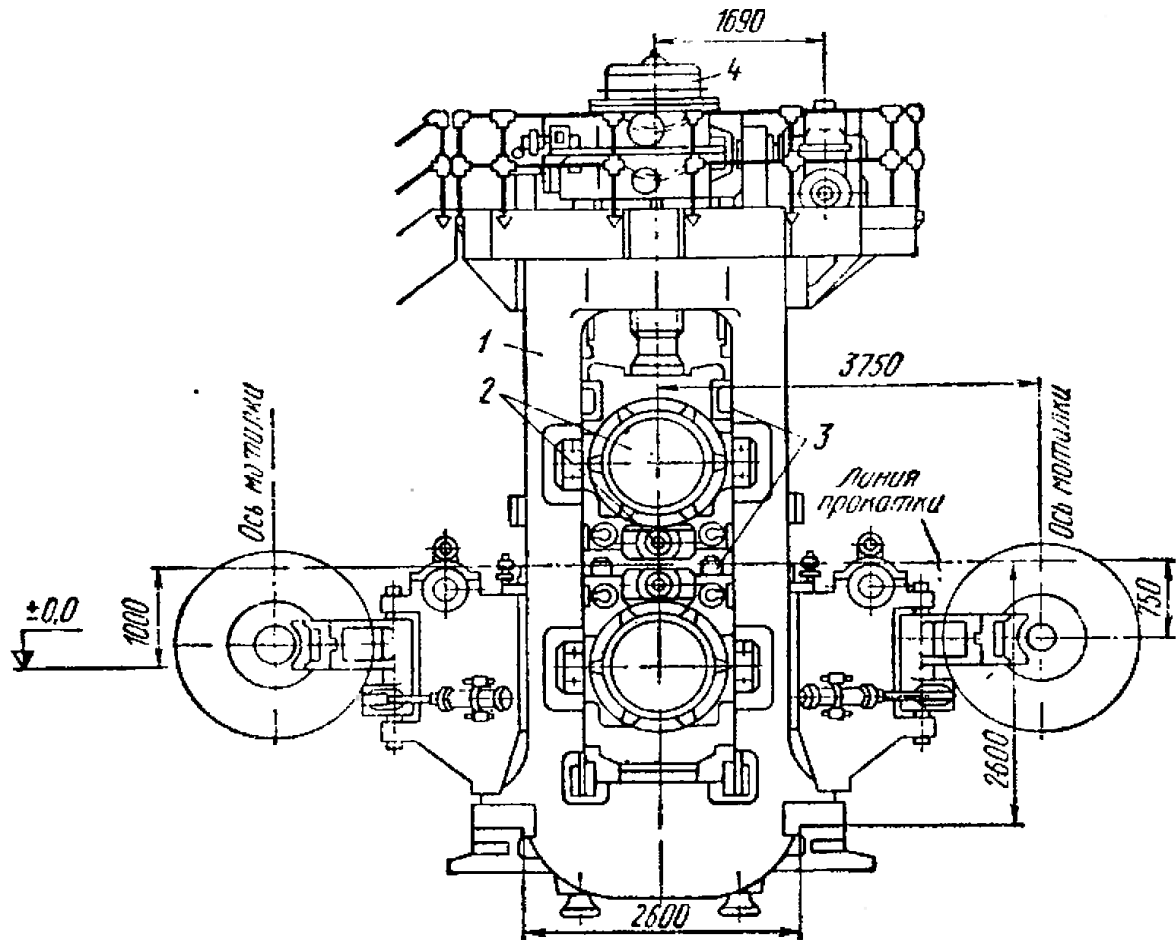


Рисунок 1.4 – Загальний вид чотирьох валкову кліті

Робоча кліть складається з двох сталевих литих станин, мають велику жорсткість, Робочих і опорних валків з подушками 2, гідравлічних пристроїв для зрівноваження верхніх валків 3 і натискного механізму 4.

Станини з'єднані між собою траверсами і встановлені на плитованах. Робочі валки обертаються в чотирирядних коні чеських роликів підшипниках. Опорні валки встановлені в підшипниках тертя

Урівноваження верхнього опорного валка з подушками оснащується гідравлічним циліндром, розташованим на верхній траверсе між станинами, за допомогою двох траверс, на кінці яких підвішені верхні подушки.

Урівноваження верхнього опорного валка з подушками оснащується гідравлічним циліндром, розташованим на верхній траверсе між станинами, за допомогою двох траверс, на кінці яких підвішені верхні подушки.

Робочі валки приводяться від електродвигуна постійного струму через шестеренних кліть, яка транслює максимальний крутячий момент 0,4 МНм, і універсальні шпинделі зусилля прокатки дорівнює 18 МН.

Натискні гвинти приводять від двох електродвигунів (з'єднаних електромагнітною муфтою) через редуктори; швидкість переміщення гвинтів 0,25 мм/с.

З обох сторін валків встановлені плоскі Проводко столи, які призначені для подачі переднього кінця по смузі в валки і створення натягу при прокатці заднього кінця смуги(коли смуга повністю розмотати з рулону на моталці).

Багато валкові кліті. Широко застосовують в прокатному виробництві 20-валкові кліті. Завдяки використанню робочих валків малого діаметра і великої жорсткості всієї робочої кліті валкової системи на цих клітях успішно здійснюють рулону прокатку тонкої і найтоншої стрічки з високо вуглецевої сталі (товщиною 5...100 мкм і шириною 100...1500 мм) з допомогою по товщині 1...5 мм. Робочі валки на цих станах являють неприводними (через неможливість здійснити їх приводі малому діаметрі валків); вони спираються на ряд приводних валків з більшим, ніж у робочих валків, діаметром, 3 останні в свою чергу на ряд опорних роликів. Така схема забезпечує більшу жорсткість всієї валкової системи і мінімальний прогин робочих валків.

Кліті з горизонтальними і вертикальним валками називаються універсальними.

Універсальні кліті (звичайні) застосовують головним чином як реверсивні двох валкові (наприклад, слябінги) або чотирьох валкові кліті (наприклад, кліті чорнової групи широко-смугового стану). На цих клітях обтиснення металу здійснюється як горизонтальними, так і вертикальними валками.

Останні забезпечують отримання рівних і гладких бічних граней розкатів і слябів. Вертикальні валки розташовують, як правило, з одного боку робочої кліті (з передньої або з задньої). На відміну від звичайних універсальних клітей в універсальній кліті для прокатки широко палочних балок вертикальні валки є неприводними (холостими) і знаходяться між опорами підшипників горизонтальних валків і в одній площині з по останньої. Такі кліті застосовують тільки для прокатки високих (600-1000 мм) двотаврових балок з широкими (300-400 мм)паралельними полками. Широко палочні балки висотою до 600 мм можна прокатувати на звичайних рельсо балочного стану. Для цього у останніх передбачена змінна робоча універсальна кліть.

Кліті спеціальної конструкції. До цієї групи належать кліті колесопрокатного, бандажна прокатне, кільце прокатних, шаро прокатних станів, станів для прокатки профілів перемінного перетину і ін.

### 1.2.2 Патентний огляд

Відома [3] прокатна кліть, яка має підвищені технологічні параметри з одночасним збільшенням її жорсткості шляхом забезпечення можливості кріплення механізмів кліті поза тілами стоек станин на плиті, також така конструкція кліті забезпечує при реконструкції клітей ДУО перехід їх на універсальні кліті і, за рахунок можливості утворення між брусами - направляючими і торцевими поверхнями стоек станин просвіту для корпусів роликів провідок кліті. Крім того має подовжений термін служби валків і розширений сортамент прокату, що забезпечується переміщенням роликів провідки так, щоб відстанями між роликами провідки можна було охопити будь-яку зону робочої довжини горизонтальних валків.

Прокатна кліть складається зі станини 1 (рис. 1.5) з вікнами, які утворюють стойки 2,3. Горизонтальні валки 4 встановлено у верхніх і нижніх подушках 5,6. До стоек 2,3 станини 1 із зовнішніх сторін їх вікон жорстко закріплено плити 7 болтами 8 (рис 1.5). Плити із ввідної і вивідної сторін кліті виступають відносно зовнішніх торцевих поверхонь стоек 2,3 станини. Протилежні відносно станин кліті частини плит 7, що виступають, жорстко зв'язані між собою брусами 9,10 (рис. 1.5). Болти 32 стягнуто гайкою 34 з шайбою 35 сферичними поверхнями, що контактують між собою. Кріплення фланцевої кришки 14 утворює механізм осьової, фіксації подушки нижнього горизонтального валка. На рівні осі прокатки до плити 7 через важелі 38 (рис. 1.5, 1.6), вільно встановлені на осях 39, закріплено додаткові механізми 40 розпору подушок горизонтальних валків з можливістю повороту їх і введення (рис. 1.6) до простору між подушками горизонтальних валків, забезпечуючи можливість прокатки у кліті після демонтажу касет з вертикальними валками. Послідовність складання прокатної кліті така. Збирають плити 7 з брусами 9,10, потім закріплюють їх на зовнішніх поверхнях стоек 2,3 станин 1 з привідної і непривідної сторін кліті, роблячи при цьому попереднє затягування болтів 8 кріплення плит 7. Затягують до упору гайки брусів 9,10. Потім по чергово затягують (верхній, нижній, а потім два середні) болти 8 кріплення плит із внутрішньої сторони стоек 2,3 ста-

нин 1. Так же послідовно затягують болти 8 кріплення плит із зовнішньої сторони стоек станини.

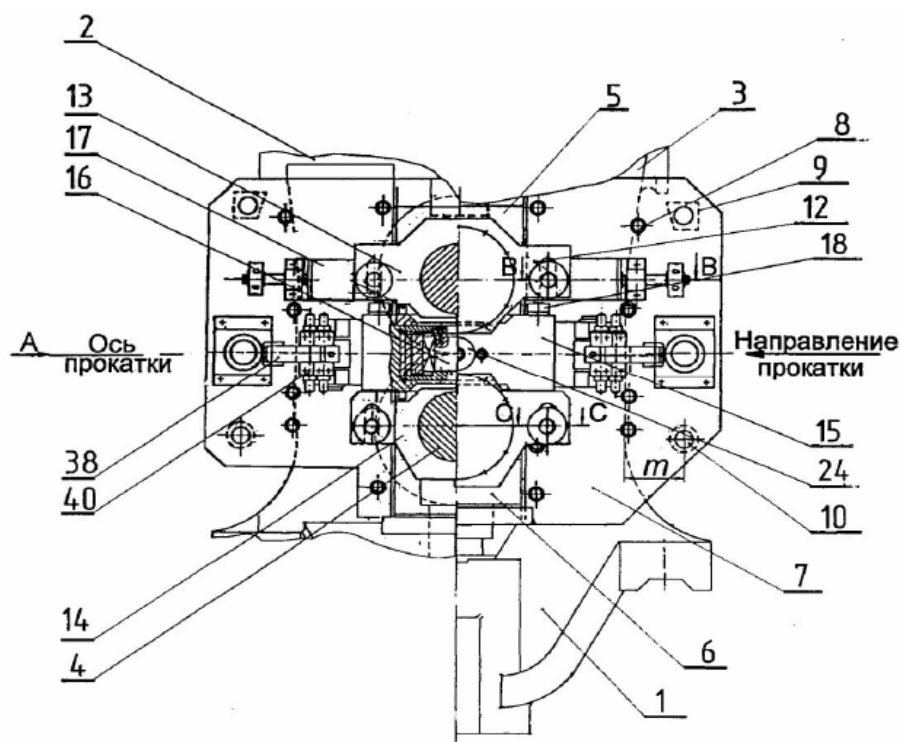


Рисунок 1.5

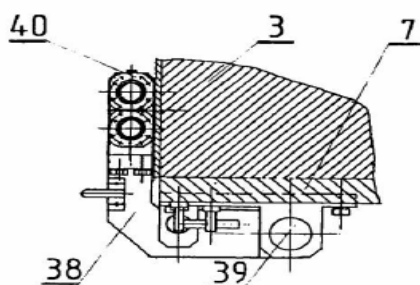


Рисунок 1.6

У прорізах вікна станин встановлюють нижній валок 4 у зборі з подушками 6, виводять його на рівень прокатки за допомогою нижніх натискних гвинтів. Закріплюють подушку нижнього валка за фланці її кришки. Попередньо у пази 12 плити 7 заводять болти з квадратною головкою і на болти насаджують втулки 33 (рис. 1.7) зі сферичними торцевими поверхнями. Після встановлення нижнього валка болти із втулками потрапляють у пази вушок фланцевої кришки нижньої подушки валка 4. Після чого на болт насаджують шайбу 35 сферич-

ною поверхнею зі сторони гайки 34. Гайка також має сферичну поверхню, що контактує з шайбою. Нахильні пази 12 (див.1.5) у плитах 7 в поперечному перетині виконано у Т-подібній формі. Головки болтів 31 (рис.1.8), встановлені у пазах 12, мають внутрішню сферичну поверхню. На рис. 1.7, 1.8 пази показано пунктирними лініями. Пази зроблено під болти кріплення фланцевих кришок 13,14 подушок 5,6 відповідно верхніх і нижніх горизонтальних валків 4 через механізми осьової фіксації (рис.1.7) нижнього валка і осьового регулювання і фіксації (рис.1.8) верхнього валка.

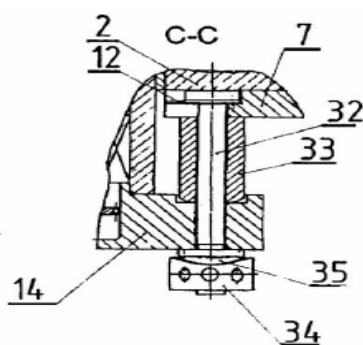


Рисунок 1.7

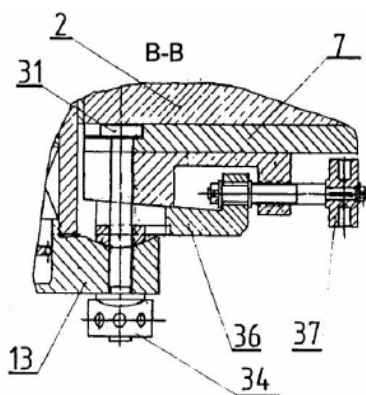


Рисунок 1.8

Між подушками 5,6 (див.1.5) встановлено касети 15 з вертикальними валками 16 (див.1.5) і в кришці корпусу касети розміщено механізми 17 розпору подушок 5,6 горизонтальних валків. Касету 15 закріплено між внутрішніми поверхнями стоек 2,3 станини 1 і поверхнями плит 7 клиновим пристроєм 18 (рис.1.9,1.10). У плиті 7 є пази 19 і клиновий пристрій розміщено між пазом 19 і корпусом касети 20. Подушку 21 касети 15 у зборі з кришками 22 з'єднано з корпусом касети і під пружинено із зовнішньої його сторони з врівноважувальним пристроєм. Подушку 21 касети через гвинтом 24, з гайкою 25. Після вста-

новлення нижнього горизонтального валка згори між стойками 2,3 станини 1 вводять зібрану попередньо касету 15 і після того, як штоки механізму розпору 17 - гідроциліндри, встановлені у кришках корпусу касети, ввійдуть у гнізда на торцевій поверхні нижньої подушки 6, кріплять касети 15 до плит 7 клиновим пристроєм (рис. 1.10) Після встановлення нижнього горизонтального валка згори між стойками 2,3 станини 1 вводять зібрану попередньо касету 15 і після того, як штоки механізму розпору 17 - гідроциліндри, встановлені у кришках корпусу касети, ввійдуть у гнізда на торцевій поверхні нижньої подушки 6, кріплять касети 15 до плит 7 клиновим пристроєм (рис. 1.10)

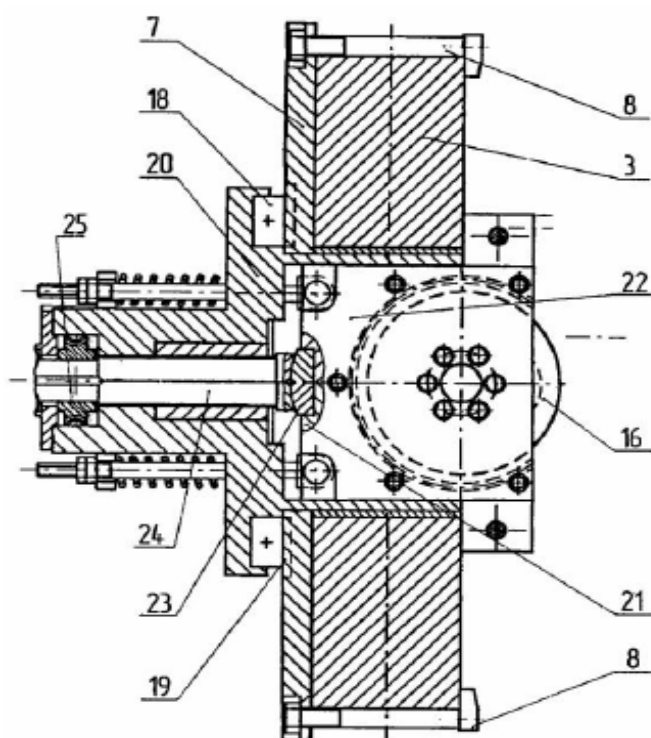


Рисунок 1.9

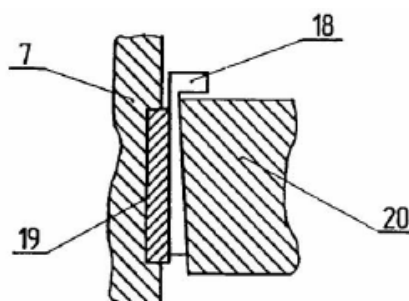


Рисунок 1.10

Верхні та нижні бруси 9,10 (рис.1.11) закріплено до частин, що виступають, плит так, що лінії, які проходять між осями верхніх і нижніх брусів 9,10 віддалені від зовнішніх торцевих поверхонь стійок 2,3 станин на величину "m", що дорівнює 1,3-1,7 радіуса ролика 26 (рис. 1.11, 1.12) проводкової роликової арматури 11 кліті.

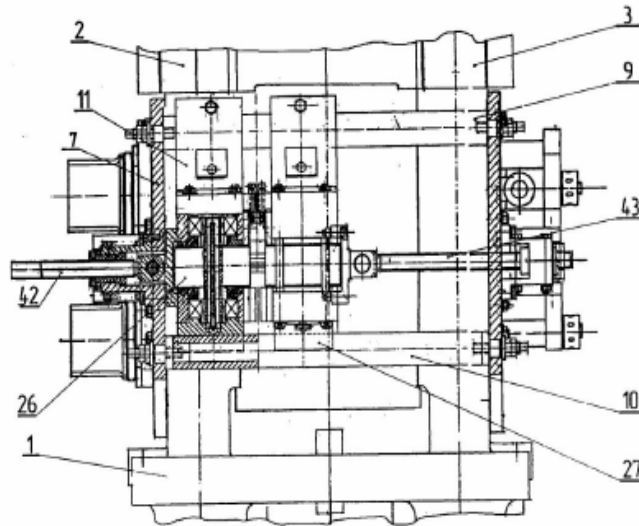


Рисунок 1.11

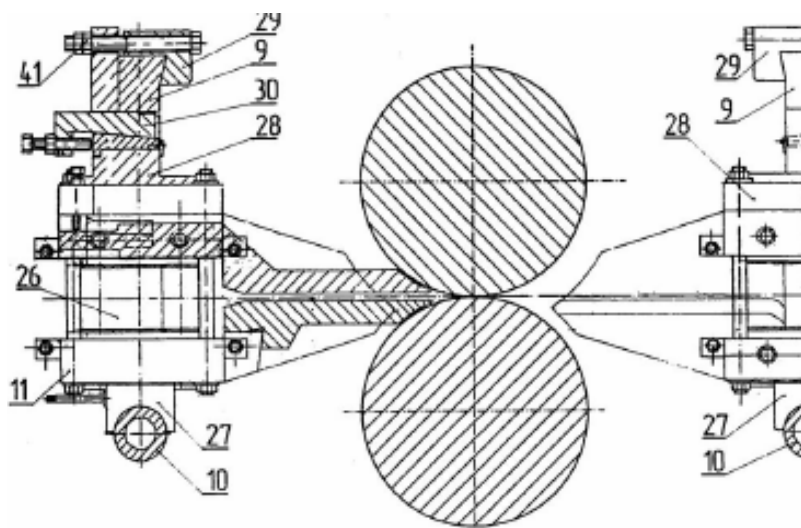


Рисунок 1.12

Верхні бруси 9 у поперечному перетині являють собою трапецію, меншою основою повернуту вниз, а нижні бруси 10 являють собою трубу.

Торцева частина нижньої подушки 27 (рис. 1.11, 1.12) ролика арматури має циліндричні пази і опирається ними на поверхню нижнього бруса 10.

Верхні подушки 28 (рис. 12) закріплено до брусів 9 клиновими пристроями 29,30, при цьому клиновий пристрій 29 є механізмом притискання верхньої по-

душки 28 до бруса 9, а клиновий пристрій 30 - механізмом притискання подушок 27,28 з арматурою до бруса 10.

Фланцеву кришку 14 нижньої подушки 6 горизонтального валка 4 закріплено болтами 32 до плити 7 через втулки 33 зі сферичними торцевими поверхнями, що входять у пази вушок фланцевої кришки 14.

На брусах 9,10 встановлено ввідну і вивідну роликову арматуру 11 (рис 1.11, 1.12). На плитах 7 із внутрішніх сторін вікна станини з непривідної сторони кліті на рівнях середнього положення осей горизонтальних валків 4 виконано нахильні пази 12. Потім заводять верхній горизонтальний валок до упору гнізд у верхній подушці зі штоками гідроциліндрів 17 касети 15. Встановлюють верхній валок у потрібне положення аналогічно встановленню нижнього валка. Здійснюють осьове регулювання верхнього валка, попередньо увімкнувши гідроциліндри 17 розпору подушок горизонтальних валків. Вертикальні валки у касетах при цьому займають положення, що відповідає рівню прокатки. Фіксування цього положення здійснюють повним заклинюванням пристроєм 18.

Попередньо зібрані ліві і праві вузли роликової арматури 11 встановлюють по чергово на нижній брус 10. Кріплять верхні частини подушок 28 клиновим пристроєм 29 за допомогою гвинтів 41. Пропускають через отвори у плитах 7 гвинти 42 і 43 і з'єднують їх з механізмами індивідуального переміщення вузлів роликової арматури 11 кліті. Встановлюють ввідну і вивідну роликові проводки по осі прокатки в заданому калібрі валків і затягують гайку гвинта 41 і притискають подушки роликової арматури до нижнього бруса 10 клиновим пристроєм 30. Прокатна кліть працює таким чином. Підкат чистової кліті для виробництва, наприклад, двотаврової балки з паралельними полицями, задають у прокатні валки 4 через ввідну роликову проводку 11. Між горизонтальними валками відбувається деформація, при котрій осі горизонтальних валків прогинаються від діючого зусилля прокатки. Система гідроциліндрів 17, що протидіють згинові валків (розпору подушок 5,6 горизонтальних валків 4) забезпечує стабілізацію розхилу між горизонтальними валками. Зміна положення осей валків у місцях, де знаходяться підшипникові вузли подушок 5,6 горизонтальних валків, не призводить до заклинювання підшипників, оскільки забезпечується поворот подушок механізмами їх фіксації до плит 7 і розпір гідроциліндрами 17.

Розроблена прокатна кліть має високу жорсткість, забезпечується можливість здійснення прокатки як з вертикальними валками, так і без них, зберігаю-



чи при цьому осьову жорсткість і згладжування процесу осьового прогинання валків. Подовжується термін служби горизонтальних валків і підшипникових вузлів.

Розроблена прокатна кліть може бути використана на металургійних заводах України для виготовлення прокату, наприклад, у рельсо-балкових і великогабаритних станах

Відома попередньо напружена прокатна кліть [4], що містить станину, жорстко з'єднані стяжками вузол валків з подушками; додаткові подушки, встановлені на цих валків між основними подушками і торцями їх бочок, розпірні пристрої між додатковими подушками, гідроциліндру в поперечках станин, в якій з метою підвищення жорсткості валкового вузла при збільшенні електричного навантаження на кліті, кліть забезпечена рамами, в якій встановлені на стяжках станин з можливістю вертикального переміщення і охоплюють додаткові подушки верхнього і нижнього валків.

Описувана кліть (рис. 1.13) містить вузли верхнього і нижнього валків 1 з подушками 2, які встановлені в станинах 3, жорстко з'єднаних стяжками А, додаткової подушки 5,6, встановлені на шиях валків між основними подушками 2 і торцями бочок валків. Станини 3 кліті монтовані на пліті 7. На стежках 4 станин 3 встановлені рама 8, які мають деякий вільний вертикальне переміщення щодо станини 3 на величину, достатню для само установки подушок 2 і 5. Основні подушки 2 входять в отвори станини 3, а додаткові подушки 5 і 6 - в отвори рам 8, Між нижніми поперечками станини 3 і основними подушками 2, і між нижніми поперечиною рам 8 і додатковими подушками 6 встановлені гідроциліндри 9 і 10, а між додатковими подушками 5 і 6 верхнього і нижнього валків 1 встановлені жорсткі розпірні пристрій, виконані наприклад, у вигляді настановних гвинтів 1 (по два на кожній стороні кліті), пропущених через верхні додаткові подушки 5 з можливістю обертання в нерухомих гайках, встановлених в нижній частині подушок 5, Кліть працює наступним чином. Обертанням настановних гвинтів 11 встановлюють необхідний розчин валків, після чого підвищують робоче тиск в гідроциліндрах 9 і 10 до величини и забезпечує стиснення подушок 2, 5 і 6 із зусиллям, перевершуючи максимальний тиск металу, що прокочується на валки, при цьому зусилля, що створюється робочим тиском в гідроциліндрах 9 і 10, не має перевищувати допустиме навантаження на кліть.

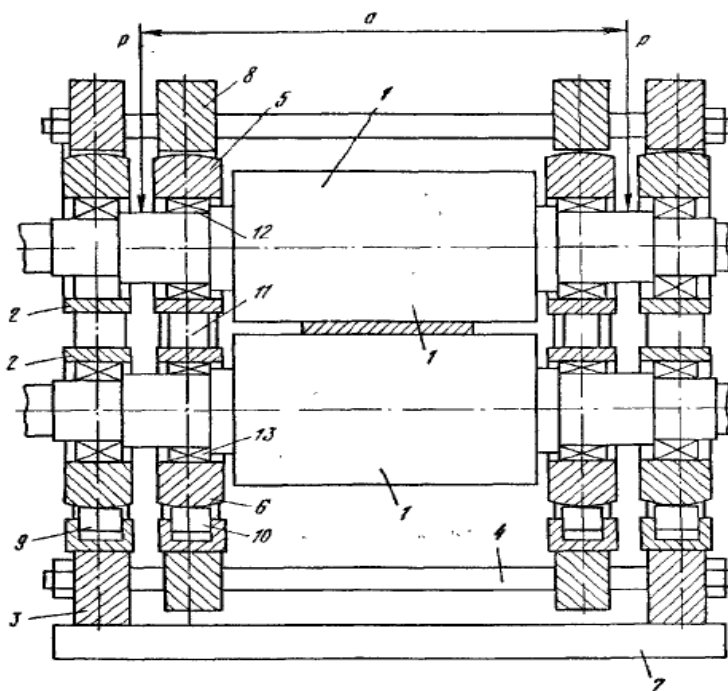


Рисунок 1.13 – Попереднє напружена прокатна кліть (загальний вид)

У описуваній кліті, в залежності про від необхідної точності прокату, прокатку можна вести при постійному робочому тиску на плунжери гідроциліндрів 9 і 10 і при регульованому робочому тиску на плунжери гідроциліндра і залежно від величини тиску металу на валки. При прокатці з постійним робочим тиску на плунжери гідроциліндрів 9 і 10 кліть працює наступним чином. Якщо величина тиску металу на валки має мінімальне значення, то основна її частина сприймається подушками 2, а на підшипники 12 і 13 передається незначна її частина (10-25Z); розпирні пристрої затиснуті між подушками 5 і 6 гідроциліндрам 10 з силою рівною 25-40% зусилля прокати. З підвищенням тиску металу на валки від мінімуму до максимуму, через збільшення деформації деталей кліті подушки 5 і 6 відходять від розпирних пристроїв і розвантажують останні. У міру зниження навантаження на розпирні пристрої навантаження на підшипники 12 і 13 зростає. Зі збільшенням навантаження на підшипники 12 і 13 при постійному навантаженні на подушки 2 однаково діючих  $P$  верхніх подушок 2 і 5 і нижніх подушок 2 і 6 зміщуються до бочки валка, зменшав розрахункову довжину валка "а". Якщо тиск металу на валки зменшується, зменшується деформація кліті збільшується навантаження на розпирні пристрої, останні розвантажують підшипники 12 і 13 від гідроциліндрів 10, при цьому зміщуються однаково діючих  $P$  верхніх подушок 2 і 5, нижніх подушок 2 і 6 від бочки валка, збі-

льшуючи розрахункову довжину валків "а". Зі зміною розрахункової довжини у валків стабілізуються прогини валків і профіль прокату.

Навантаження, що допускається на кліті і жорсткість вузла палиці в запропонованій кліті збільшені за рахунок використання додаткових подушок 5 і 6 як опор для сприйняття тиску металу на валки і зміни розрахункової довжини палиця, при цьому зусилля попереднього напруження кліті, що діє на опорні підшипники основних і додаткових подушок, значно знизилася.

Спроекована дуореверсівна кліть Чумакова [5], що містить дві станини, касети, подушки з підшипниками ковзання відкритого типу и робочі валки, в якій між поперечиною станин и касетами з подушками нижньої робочої валка встановлені гідравлічні домкрати з метою зміни положення нижнього валка по висоті під час прокатки зменшити кількості пропусків за повний цикл обтиску злитка для підвищити продуктивність прокатного стану.

Дуореверсівна кліть Чумакова (рис.1.14, 1.15) складається Із двох гідравлічних домкратів 1, Встановлення між поперечиною станин 2 і касетами 3. Касети 3 вмонтовані в середині станин 2. В касетах 3 Встановлені подушки 4 з підшипниками ковзання відкритого типу 5. На підшипниках ковзання відкритого типу 5 обертається Нижній робочий валок . Дуореверсівна кліть Чумакова працює Наступний чином. При прокатці злитка в прямому напрямку спочатку встановлюються верхній валок 7 на величину обтиску, а Нижній валок 6 знаходиться в початкових положенні. За закінченню Заповнення осередку деформації за допомогою гідравлічних домкратів 1 поступово піднімають Нижній валок 6 до величини обтиску. Таким чином за перший пропуск злитка передній кінець злитка буде обтиснутій на величину одного обтиску, а задній кінець до величини Подвійного обтиску. У зворотному напрямку прокатки злитка верхній валок 7 встановлюються на величину обтиску без з міни положення нижньої валка 6 прокатують злиток. Після закінчення іншого пропуску нижній валок 6 за допомогою гідравлічних домкратів 1 опускаються у Початкове положення и процес прокатки продовжують аналогічно. В перед чистового и останнього (чистового) пропуску прокатку ведуть без зміни положення нижньої валка для Отримання розкату правильної геометричної форми по всій его довжині. Таким чином при прокатці в одній Парі Чорновіл пропусків злиток обтискається на три величини обтиску. Таке технічне рішення дозволити в процесі прокатки злитка змінювати висота установки нижнього валка, тим самим за рахунок максимального використання резерву сил тертого при повністю заповнений осередку деформації

між поверхні робочий валка и злитком збільшити сумарні величину обтиску за кожні два пропуски, скоротити загальну кількість пропусків.

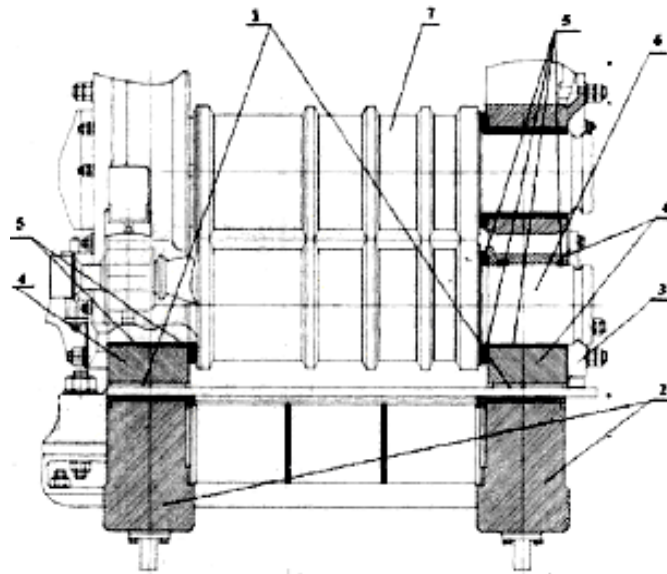


Рисунок.1.14 Схема установки гідравлічних домкратів в дуореверсвній кліті

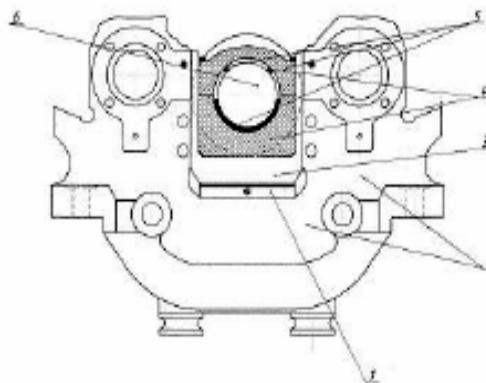


Рисунок.1.15 – Схема установки гідравлічних домкратів в дуореверсвній кліті Чумакова - вид збоку

Відома прокатна кліть [6] в якій подушки верхнього і нижнього робочих валків забезпечені виступами і заглибленнями, або цапфами і отворами, таким чином, що при нормальному функціонуванні виступи більше або менше входять в поглиблення: для демонтажу верхні робочі валки з їх подушками піднімають і потім зсуваються в осьовому напрямку таким чином, що виступи виходять із зони заглиблень і можуть встановлюватися на розташовані вище зони подушок таким чином, що бочки обох робочих валків одного комплексу більше не стикаються один з одним і тим самим не порушується якість з поверхні.

З метою щоб могли сприйматися сили спрямовані по осі без зміни положення робочих валків, обидві протилежні подушки робочих валків можуть спиратися на сполучні пальці однієї з цих подушок, які, як під час прокатки, так і при піднятому під час демонтажу верхньому валки, входять в напрямляє їх отвір подушки верхнього валка. Під час прокатки вони мають можливість вертикального переміщення в напрямних отворах, проте в положенні демонтажу торцеві поверхні з'єднувальних пальців спираються на попередньо перемістився опорний вал

На рис.1.16 показана станина і вкладиші прокатної кліті в розрізі; на рис.1.22 - подушка частково в вертикальному розрізі; на рис.1.23 - горизонтальний розріз подушки і її замикаючого пристрою. На рис.1.21 показаний виконаний перпендикулярно осі вертикальний розріз зображеної частково станини 1, який показує закріплений за допомогою болтів в прорізі станини блок 2 кріплення, в якому закріплені переміщувані паралельно осях валків блоки 3 і 4, які відповідно оснащені гідравлічними циліндрами 5 для вигину робочих валків. Поршневі штоки цих гнуття циліндрів 5 входять в зачеплення з вушками 6, 7 подушок 8, 9 робочих валків 10, 11. Подушки 8 верхнього робочого валка 10 охоплюють надставками 12 збоку бічні сторони 13 подушки 9 нижнього робочого валка. Надставки 12 оснащені відповідно шліцом 14, в якому розташовані з можливістю повороту опорні важелі 16, закріплені відкидним болтом 15. У свою чергу опорні важелі 16 із зворотного боку оснащені пазом, в якому закріплена пружина 17, яка в даному прикладі виконання виконана у вигляді поєднаної одним кінцем з опорним важелем 16 листової пружини, вільний кінець якої спирається на замикаючу плиту 18 подушки 8. Верхній кінець подушки 9 нижнього робочого валка 11 оснащений пазом 19 для базування опорного важеля 16. Вушка 7 подушки 9 нижнього робочого валка 11 не тільки охоплюють знизу поршневі штоки гнуття циліндрів 5, вони оснащені також підтримує опорний каток 20 пальців, який допускає висування робочих валків за допомогою піднімають висувною направляючої 21.

На рис.1.17 показаний розкритий на окремих ділянках вид збоку подушки 8 верхнього робочого валка 10. В представленій в розрізі втулці 21 з незначним зазором встановлений відкидний болт 15. З ним з'єднаний має можливість повертатися всередині шліца 10 надставки 12 опорний важіль 16. В один з кінців відкидного болта 15 входить з геометричним замиканням вал 23, який утримується за допомогою охоплює зверху його бурти плити і на вільному кінці осна-

щений важелем управління 24, який прилягає до розташованому з можливістю переміщення на блоці 3 фіксатора 26, що приводиться в дію за допомогою закритого циліндра 25. Зображений частково на (рис.1.18) вертикальний розріз показує хвостовик 27 закритого циліндра 25, на якому за допомогою гайки 28 зафіксована кільцева насадка 29 фіксатора 26. В зображеному стані всунути поршня замикаючого циліндра 25 кінець 30 фіксатора 26 захоплює кромку 31 подушки 8 і тим самим з'єднує рухливий блок 3 з подушкою 8, так що при осьовому переміщенні верхнього робочого валка 10 його подушки 8 захоплює за собою рухливий блок 3

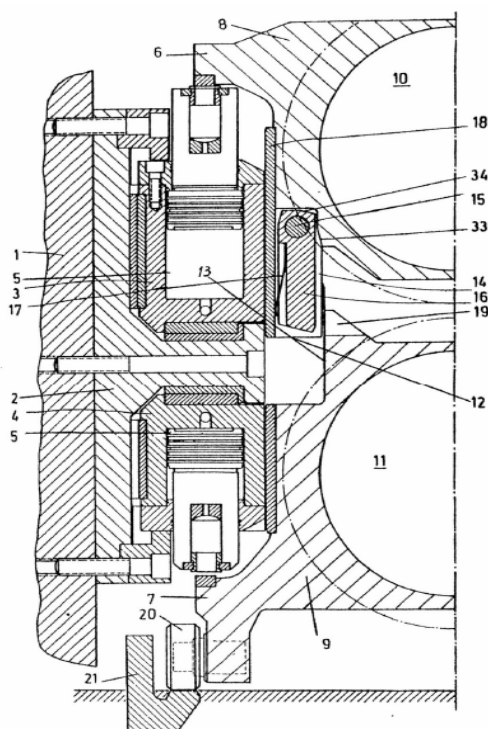


Рисунок 1.16 – Станина і вкладиші прокатної кліті в розрізі

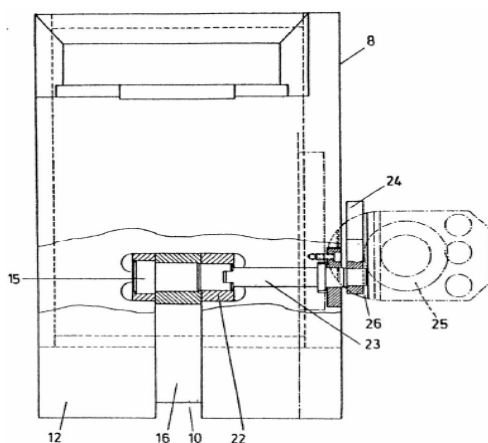


Рисунок 1.17 – Подушка частково в вертикальному розрізі

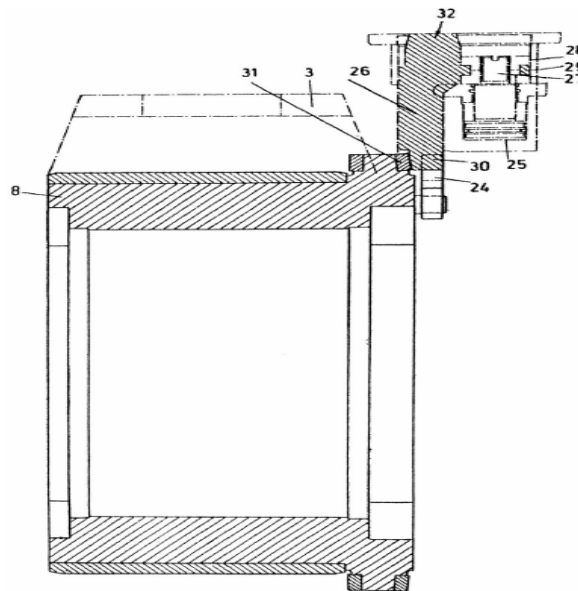


Рисунок 1.18 – Горизонтальний розріз подушки і її замикаючого пристрою

### 1.3 Розробка заходів проекту

Коливання поперечних розмірів профілю прокату викликаються безліччю одночасно діючих причин. Умовно їх можна розділити на дві групи:

- причини технологічного характеру;
- причини конструктивною, обумовленою конструкцією стану.

До причин технологічного характеру відносяться: тиск прокатки, натяг, система калібрування.

До причин конструктивного характеру відносяться: тип стану, твердість робочих клітей, стійкість валків, стійкість підшипників валків, стійкість арматури.

Жорсткість кліті, характеризується розкриттям калібру («грою» валків) під навантаженням, визначається двома основними факторами:

- 1) сумарною пружною деформацією всіх навантажених деталей кліті;
- 2) контактною деформацією навантажених деталей і вибіркою зазорів між ними.

На чистових клітях сортових станів майже завжди застосовуються станини закритого типу. Деформація станини складається з деформації вигину поперечок і розтягання стійок. Зменшення деформації поперечок досягається збільшенням їхнього поперечного перерізу і зменшенням ширини вікон під подушки. Змен-

шення деформації розтягання стійок досягається збільшенням їхнього перетину і зменшенням їхньої довжини.

Таким чином, для зменшення деформації станини варто збільшувати її перетин і скорочувати довжину нейтральної лінії станини, або застосовувати попереднє напруження станини.

Таким чином пропонується для використання кліть 730 ПН (рис 1.19; 1.20) містить станину в зборі 1, верхній 2 і нижній 3 робочі валки в зборі з підшипниковими вузлами, механізми виставки верхнього валка по висоті 4 і траверсу 5 у зборі.

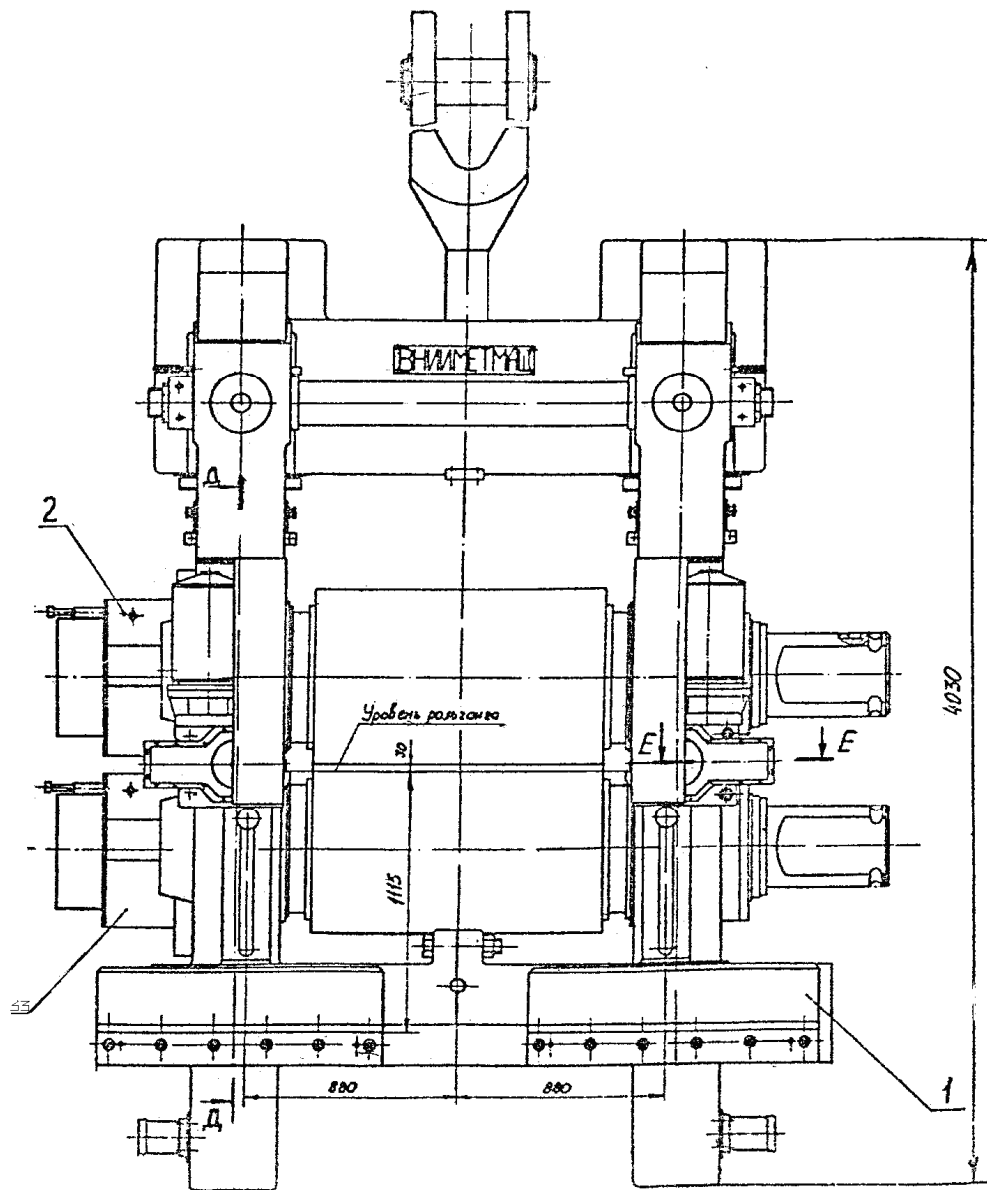


Рисунок 1.19 – Кліть 730 ПН. Загальний вид (вид з переду)



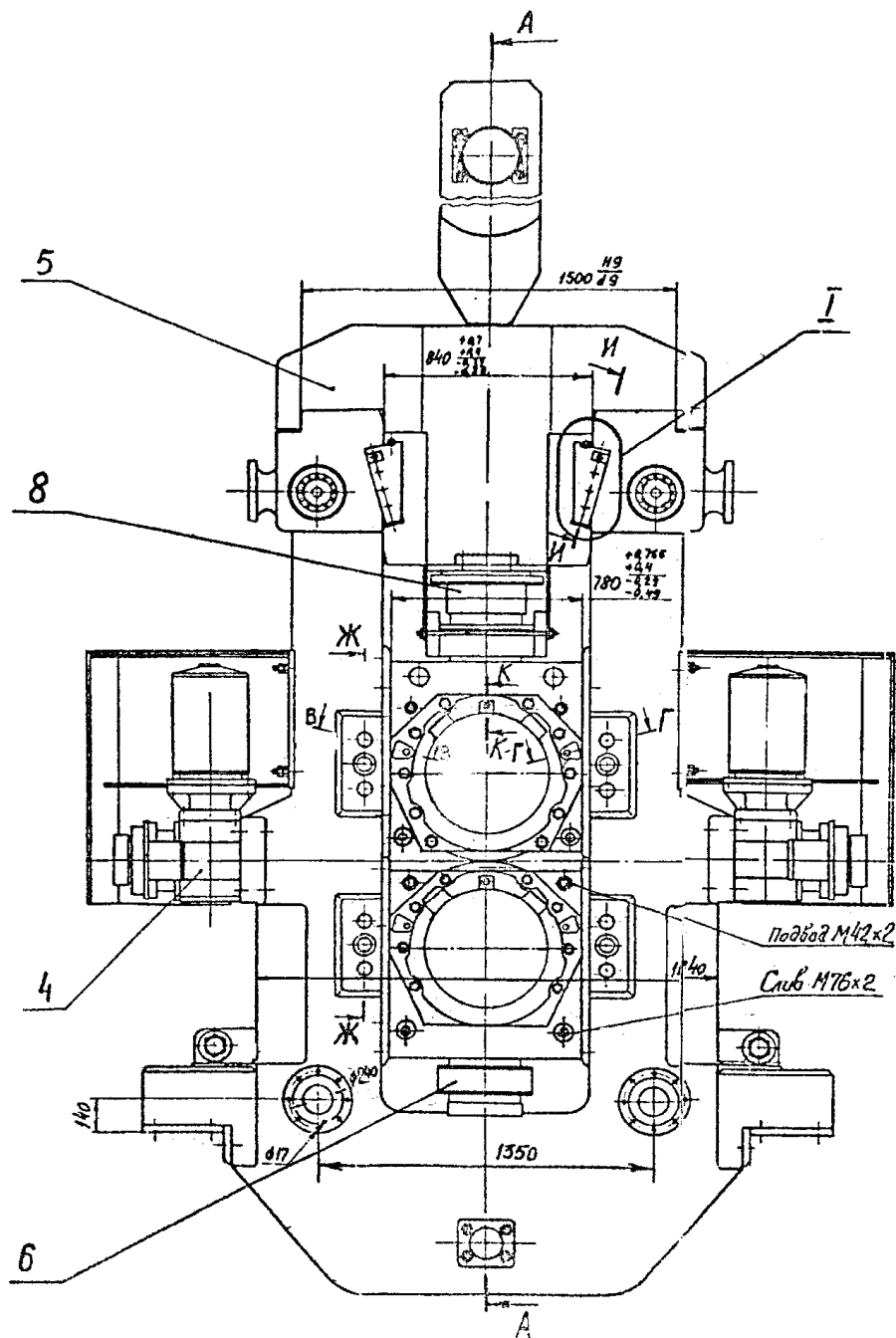


Рисунок 1.20 – Кліть 730 ПН. Загальний вид (вид збоку)

Під підшипниковими вузлами нижнього робочого валка на нижні поперечки станини встановлені роликові опори 6. Між поперечками станини і роликових опор устанавлюються регульовальні прокладки 7. Під одну опору одночасно дозволяється встановлювати не більш двох прокладок.

Ще одна пара роликових опор 8 устанавлюється між підшипниковими вузлами верхнього робочого валка і поршнями гідроциліндрів попередньої напруги 9.

На станині кліті змонтовані трубопроводи гідравліки, змазування й охолодження 10. Трубопровід гідравліки приєднується до мережі з'єднанням з накидною гайкою. Трубопроводи змащування приєднуються автоматично через спеціальні клапани, трубопровід охолодження приєднується до мережі за допомогою швидко роз'ємного з'єднання.

У складі трубопроводу гідравліки на кліті встановлений манометр для візуального контролю тиску в гідроциліндрах попередньої напруги.

Кліть, зібрана на стенді, із установленими повідковими брусами, проводками, а також із установленими на валки вилками шпindelного з'єднання встановлюється на плитовину і фіксується в робочому положенні пружинно-гідравлічними затисками.

## 1.4 Розрахунок кліті та її деталей

### 1.4.1 Розрахунок робочого валка на міцність

Вихідні дані для розрахунку : максимальне зусилля на валки при прокатці  $P=4.0\text{кН}$ ;

Максимальний обертаючий момент на приводному кінці валка  $M_{кр}=180\text{кНм}$ ;

Діаметр бочки валка після переточування  $D_{min} = 660\text{мм}$

Матеріал валка – високоміцний чавун

Лопать на приводному кінці валка представимо у виді прямокутника  $b, h$  і двох сегментів  $F_c$ :

$$F = bh + \frac{R}{2} \cdot (2a - \sin a) = 245 \cdot 250 + \frac{175^2}{2} \cdot \left[ 2 \arcsin \frac{245}{350} - \sin \left( 2 \arcsin \frac{245}{350} \right) \right] =$$

$$= 61250 + 15312,5(2 \cdot 0,775 - 0,999) = 61250 + 8425 = 69675\text{мм}$$

$$y_c = \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 \cdot \sin^3}{F_c} = \frac{2}{3} \cdot \frac{b^3}{F_c} = \frac{b^3}{12 \cdot F_c} = \frac{285^3}{12 \cdot 8425} = 145,5\text{мм}$$

де  $b, h$ - сторони прямокутника перетину лопаті ;

$R$ - радіус кривизни лопати ( за розрахунковою схемою)

Заміняємо перетин 1-1 прямокутником з висотою :

$$H = 2 \cdot y_c = 2 \cdot 145,5 = 295\text{мм}$$

Визначаємо момент опору перетину крутінню:

$$W_k = \beta \cdot b^3 = 0,35 \cdot 245^3 = 5,15 \cdot 10^6 \text{ мм}^3$$

де  $\beta=0,35$  коефіцієнт що залежить від співвідношення сторін при  $H/b=291/245=1,19$

Визначимо напругу крутіння в перетині 1-1:

$$\tau_{\max} = \frac{2}{3} \cdot \frac{M_{кр} \cdot R}{W_{кр}} = \frac{180 \cdot 10^6 \cdot 1,2}{5,15 \cdot 10^6} = 41,94 \text{ МПа}$$

де ,  $R=1,2$ -коефіцієнт концентрації в місці сполучення площини (ліски) лопати з валом

Визначимо коефіцієнт запасу міцності щодо межі міцності при крутінні

$$n_t = \frac{\tau_n}{\tau_{\max}} \cdot \xi_t = \frac{700}{41,94} \cdot 0,8 = 13,3$$

де ,  $\tau_n$ -700 МПа - межа міцності матеріалу валка (високоміцний чавун) при крутінні

$\xi_t$ -0,8 – масштабний фактор що враховує абсолютні розміри деталі при крутінні

Далі визначимо напруги в перетині 2-2 шийки приводного валка

Визначимо реакції опор при додатку зусилля прокатки в калібрі 1 :

$$W_k = \beta \cdot b^3 = 0,35 \cdot 245^3 = 5,15 \cdot 10^6 \text{ мм}^3$$

$$R_B^1 = P \times \frac{x_1}{L} = 4,0 \frac{681}{1840} = 1,480 \text{ МП}$$

$$R_B^2 = P \times \frac{L-x_2}{L} = 4,0 \frac{1840-1009}{1840} = 1,806 \text{ МН}$$

Визначимо реакції опор при додатку зусилля прокатки в калібрі 2 :

$$R_B^2 = P \times \frac{x_2}{L} = 4,0 \frac{1009}{1840} = 1,480 \text{ МП}$$

$$R_B^2 = P \times \frac{L-x_2}{L} = 4,0 \frac{1840-1009}{1840} = 1,806 \text{ МН}$$

Визначимо напругу вигину в перетині 2-2 шийки валка :

$$\sigma = \frac{M_{из ш}}{W_{из ш}} \cdot K_\sigma = \frac{R_A^{\max} \cdot x_{ш}}{0,1 \cdot d_{ш}^3} = \frac{2,19 \cdot 320}{0,1 \cdot 490^3} \cdot 1,4 = 83,39 \text{ МПа}$$

де,  $R_A^{\max}$  максимальна реакція опори А;

$x_{ш} = 320$  мм плече додатка сили ;

$d_{ш}^3 = 490$  мм діаметр шийки валка в перетині 2-2

$K_{\sigma} = 1,4$  коефіцієнт концентрації нормальних напруження від галтелі

Визначимо напругу крутіння в перетині 2-2 шийки валка:

$$\sigma = \frac{M_{кр\ ш}}{W_{кр\ ш}} \cdot K_{\sigma} = \frac{M_{кр\ ш}}{0,1 \cdot d_{ш}^3} \cdot K_{\sigma} = \frac{180 \cdot 10^6}{0,1 \cdot 490^3} \cdot 1,4 = 21,4 \text{ МПа}$$

Де  $1,4$  коефіцієнт концентрації дотичних напружень від галтелі

Визначимо результуюча напруга для чавунного валка на підставі теорії Мору

$$\sigma_{рез} = 0,375 \cdot \sigma + 0,625 \cdot \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} = 0,375 \cdot 83,39 + 0,625 \cdot \sqrt{83,39^2 + 4 \cdot 11^2} = 85,1 \text{ МПа}$$

Це значення небагато перевищує напругу, що допускається  $[\sigma] = 70 \dots 80$  МПа, але знаходиться в межах припустимого перевищення, таким чином, умова міцності на межі, але виконується

Визначимо згинальні моменти, що діють при прокатці в різних калібрах:

$$M_{из}^1 = R_B^1 + x_1 = 2,52 + 681 = 1706 \text{ КН} \cdot \text{м}$$

$$M_{из}^2 = R_B^2 + x_2 = 1,806 + 1006 = 1822,2 \text{ КН} \cdot \text{м}$$

Визначимо напругу вигину бочці валка в перетині з максимальним згинальним моментом:

$$\sigma = \frac{M_{из\ max}}{W_{\sigma}} = \frac{M_{из\ max}}{0,1 \cdot d_{ш}^3} = \frac{1822,2 \cdot 10^6}{0,1 \cdot 660^3} = 63,38 \text{ МПа}$$

$\sigma_{\delta} = 63,38 \text{ МПа} < [\sigma] = 70 \dots 80 \text{ МПа}$  – умова міцності виконання

Визначимо напругу вигину в бочці валка в перетині 3-3:

$$M_{из}^{3-3} = M_{из}^2 \cdot \frac{x_{3-3}}{x_2} = 1822,2 \cdot \frac{886,75}{1009} = 1601 \text{ КН} \cdot \text{м}$$

$[\sigma] = 70 \dots 80 \text{ МПа}$  - умова твердості виконання

#### 1.4.2 Визначення прогину валка

Визначимо прогин валка при прокатці в середньому калібрі і зусиллі на валка 4 МН

Прогин валка від дії згинаючого моменту складе:

$$F_1 = \frac{P}{18,8 \cdot E \cdot D} \cdot \left\{ 8 \cdot a^3 - 4 \cdot a \cdot b^2 + b^3 + 64 \cdot c^3 \cdot \left[ \left( \frac{0,74}{0,38} \right)^4 - 1 \right] \right\}$$

$$F_1 = \frac{4 \cdot 10^6}{18,8 \cdot 1,5 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 0,66^4} \cdot \left\{ 8 \cdot 1,84^3 - 4 \cdot 1,84 \cdot 0,23^2 + 0,23^3 + 64 \cdot 0,32^3 \cdot \left[ \left( \frac{0,74}{0,38} \right)^4 - 1 \right] \right\} = 0,192 \text{ мм}$$

де  $D=740$ мм діаметр бочки валка;

$d=380$ мм діаметр шийки валка;

$E=1,5 \cdot 10^5$ Па - модуль пружності матеріалу валка;

$a=1840$ мм відстань між точками дії реакцій обох підшипників;

$y=230$ мм ширина заготівлі;

$c=370$ мм- відстань від точки дії рівнодіючої реакції підшипника до краю бочки;

Прогин валка від дії поперечних сил складе :

$$F_2 = \frac{P}{G \cdot \pi \cdot D} \cdot \left\{ a - \frac{b}{2} + 2 \cdot c \cdot \left[ \left( \frac{D}{d} \right)^4 - 1 \right] \right\}$$

$$F_2 = \frac{4 \cdot 10^6}{4,5 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 0,74^2} \cdot \left\{ a - \frac{0,23}{2} + 2 \cdot 0,6 \cdot \left[ \left( \frac{0,74}{0,38} \right)^4 - 1 \right] \right\} = 0,08 \text{ мм}$$

де  $G = 4,5 \cdot 10^5$  Па

Сумарний прогин валків складе :

$$f_B = 2 \cdot (f_1 + f_2) = 2 \cdot (0,192 + 0,08) = 0,544 \text{ мм}$$

Для сортового стану припустимо  $[f]=0.5 \dots 1 \dots 1.0$ мм

### 1.4.3 Розрахунок станини міцність і визначення її жорсткості .

Через складність конструкції станини прокатних станів не піддаються точному розрахунку .Однак виконання розрахунків, хоча до деякої міри і наближених , необхідно для того ,щоб бути упевненим , що прийняті при конструюванні розміри станини забезпечують її необхідну міцність і жорсткість , виконаємо розрахунок :

Побудова нейтральної лінії станини що проходить через центр ваги основних розрахункових перетину

Площа перетину

$$F = F_1 - F_2 - F_3 = BH$$

$$b_1 h_1 - b_2 h_2 = 0,72 \cdot 0,97 - 0,15 \cdot 0,2 - 0,5 \cdot 0,77 = 0,2834 \text{ м}^2$$

Статичний момент перетину щодо осі x-x:

$$S = F_1 \cdot \frac{H}{2} - F_2 \cdot \frac{h_1}{2} - F_3 \left( h_1 + \frac{h_2}{2} \right) = 0,6984 \cdot 0,485 - 0,03 \cdot 0,1 - 0,385(0,2 + 0,385) = 0,11 \text{ м}^3$$

Ордината центру ваги :

$$y_c = \frac{S}{F} = \frac{0,1105}{0,2834} = 0,39 = 0,390 \text{ мм}$$

Момент інерції перетину щодо осі  $x_1 - x_1$ , що проходить через центр ваги:

$$J = J_1 - J_2 - J_3 = 0,06106 - 0,002623 - 0,03404 = 0,0244 \text{ м}^4$$

$$J_1 = \frac{B \cdot H^3}{12} + a^2 \cdot F = B \cdot H \cdot \left[ \frac{H}{12} + \left( y_c - \frac{H}{2} \right)^2 \right] = 0,72 \cdot 0,97 \left[ \frac{0,97^2}{12} + (0,39 - 0,485)^2 \right] = 0,06106 \text{ м}^4$$

$$J_2 = b_1 \cdot h_1 \cdot \left[ \frac{h_1^2}{12} + \left( y_c - \frac{h_1}{2} \right)^2 \right] = 0,15 \cdot 0,2 \left[ \frac{0,2^2}{12} + (0,39 - 0,1)^2 \right] = 0,00263 \text{ м}^4$$

$$J_3 = b_2 \cdot h_2 \cdot \left[ \frac{h_2^2}{12} + \left( y_c - \frac{h_2}{2} \right)^2 \right] = 0,15 \cdot 0,2 \left[ \frac{0,77^2}{12} + \left( 0,39 - \frac{0,385}{2} \right)^2 \right] = 0,03404 \text{ м}^4$$

Мінімальний момент опору перетину :

$$W_A = \frac{J_A}{Y_C} = \frac{0,0244}{0,39} = 0,06256 \text{ м}^3$$

Перетин В-В стойки станини :

$$F = B \cdot H - b \cdot h = 0,32 \cdot 0,37 - 0,15 \cdot 0,143 = 0,3985 \text{ м}^2$$

$$J_{2=} = J_B \frac{B \cdot H^3}{12} - \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,32 \cdot 0,37^3}{12} - \frac{0,143 \cdot 0,15^3}{12} = 0,00131 \text{ м}^4$$

$$W_g = \frac{J_g}{x_c} = \frac{0,00131}{0,185} = 0,00708 \text{ м}^3$$

Перетин Б-Б нижньої поперечки :

$$F = B \cdot H = 0,37 \cdot 0,78 = 0,2886 \text{ м}^2$$

$$J_1 = J_B = \frac{B \cdot H^3}{12} = \frac{0,37 \cdot 0,78^3}{12} = 0,01463 \text{ м}^4$$

$$W_1 = \frac{B \cdot H^3}{6} = \frac{0,37 \cdot 0,78^3}{6} = 0,03752 \text{ м}^3$$

Знаючи положення центрів ваги перетинів будуюмо нейтральні лінії поперечок і стоек з єднаємо їх заокругленнями в кутах і в таким чином одержуємо тверду раму. навантажену вертикальними силами  $Y$

Визначаємо статично невизначений момент у кутах рами. Для цього знаходимо:

$$k_1 = \frac{J_B}{J_A} = \frac{0,01463}{0,03752} = 11,17$$

Для одержання найбільшого значення  $M_0$  беремо  $J_1 = J_B$  для нижньої поперечки, тому що  $J_B < J_A$

$$k_2 = \frac{J_2}{J_1} = \frac{2,88}{1,15} = 2,50$$

$$M_1 = \frac{Y \cdot J_1}{4} = \frac{2,52 \cdot 1,15}{4} = 0,7245 \text{ МНм}$$

$$M_0 = M_1 \cdot \frac{1}{2 \cdot (1 + k_1 + k_2)} = 0,7245 \cdot \frac{1}{2 \cdot (1 + 2,504 \cdot 11,17)} = 23,4 \text{ МНм}$$

Згинальний момент у поперечці :

$$M_n = M_1 - M_0 = 0,7245 - 0,0234 = 0,7011 \text{ МНм}$$

Напруга вигину в середині поперечки : верхньої-перетин А-А

$$\sigma_a = \frac{M_{II}}{W_A} = \frac{0,7011 \cdot 10^9}{0,6256 \cdot 10^9} = 11,2 \text{ МПа}$$

Нижньої – перетин Б-Б

$$\sigma_b = \frac{M_{II}}{W_B} = \frac{0,7011 \cdot 10^9}{0,3752 \cdot 10^9} = 18,96 \text{ МПа}$$

Напруга розтягання в стойці – перетин В-В

$$\sigma_d = \frac{M_{uz \max}}{2 \cdot F_2} = \frac{M_0}{W_2} = \frac{2,52 \cdot 10^9}{2 \cdot 0,13985 \cdot 10^9} + \frac{23,4 \cdot 10^6}{2 \cdot 0,13985 \cdot 10^6} = 12,31 \text{ МПа}$$

Тому що станина виготовлена зі сталі марки 35Л і після отжигу виливку  $\sigma_s = 500 \text{ МПа}$ , то запас міцності складе :

$$n = \frac{\sigma_h}{\sigma_{\max}} = \frac{500}{18,69} = 26,75$$

З урахуванням наявності концентрації напруг у розточеннях під гідроциліндри приймаючи коефіцієнт концентрацій до 2.8 запас втомлювальної міцності буде:

$$n_f = \frac{1}{2 \cdot k} \cdot \frac{\sigma_h}{\sigma} = \frac{1}{2 \cdot 2,8} \cdot \frac{500}{11,2} = 7,97$$

Припустимий мінімальний запас для станин по втомлювальної міцності  $n_f = 1,5$

Таким чином, відповідно до розрахунків станина має необхідний запас міцності.

Деформація станини у вертикальному напрямку, приймаючи  $E = 2,1 \cdot 10^5$

$$f_1 = \frac{Y \cdot I_2}{2 \cdot E \cdot F_2} = \frac{2,52 \cdot 10^6 \cdot 2880}{2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,13985 \cdot 10^6} = 0,123 \text{ мм}$$

Прогин двох поперечок від вигину:

$$f_2 = \frac{Y \cdot I_1}{6} = \left( \frac{2,52 \cdot 10^6 \cdot 1150}{6} - 23,4 \cdot 10^6 \right) \cdot \frac{1150^2}{4 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,0244 \cdot 10^{12}} = 0,06 \text{ мм}$$

Деформація двох поперечок від дії поперечних сил, при  $G = 0,75 \cdot 10^5$  МПа, складе:

$$f_3 = 1,2 \cdot \frac{Y \cdot I_1}{2 \cdot G \cdot F_1} = \frac{2,52 \cdot 1150 \cdot 10^6}{2 \cdot 0,75 \cdot 10^5 \cdot 0,2886 \cdot 10^6} = 0,08 \text{ мм}$$

Сумарна деформація станини у вертикальному напрямку в площині гідроциліндрів попередньої напруги складе:

$$f = f_1 + f_2 + f_3 = 0,123 + 0,06 + 0,08 = 0,264 \text{ мм}$$

Визначимо сумарну деформацію кліті:

$$f_{\text{кл}} = k \cdot (f_e + f_{\text{ст}} + f_{\text{нрт}}) = 1,1 \cdot (0,544 + 0,264 + 0,19) = 1,09 \text{ мм}$$

де  $k=1,1$  коефіцієнт враховуючих деформацію інших деталей кліті,

Визначаю жорсткість робочої кліті 730 ПН по формулі:

$$C = \frac{P}{f_{\text{кл}}} = \frac{4 \cdot 10^6}{1,09} = 3,66 \frac{\text{МН}}{\text{мм}}$$



## 2 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

### 2.1 Технологічна послідовність розбирання машини

Розбиранням – називається процес поділу машини на окремі деталі або вузли з метою їх огляду, ревізії і ремонту.

Розбирання кліті 730 ПН слід провадити на ремонтному майданчику, попередньо демонтувавши її з фундаменту шляхом відкручування фундаментних болтів та наступним транспортування кліті за допомогою підйомного крану на ремонтний майданчик.

Перед розбиранням кліті слід забезпечити її стійке положення та виключити можливість її перекидання.

При розбиранні кліті доцільно користуватись вузловим методом.

Порядок розбирання наступний:

- 1) демонтувати електродвигуни головного приводу;
- 2) демонтувати майданчики обслуговування і повітроводи;
- 3) демонтувати пристрій шпинделя;
- 4) здійснити вхід скоби вузла рам в захоплення касети перевалочним пристроєм;
- 5) від'єднати привод підйому касети від скоб вузла рам;
- 6) демонтувати привод підйому касети;
- 7) демонтувати редуктор головного приводу;
- 8) вивести касету по рейках перевалочного пристрою з вузла рам до упору;
- 9) від'єднати від гідравлічної системи гідрозатиск і демонтувати його;
- 10) демонтувати раму;
- 11) демонтувати плитовини.

Під час демонтажу слід користуватись гайковими ключами ріжкового і торцевого типу, а також кувалдою та іншими слюсарними інструментами. Крім того, при піднятті вузлів та елементів слід використовуватись стропами та вантажопідйомним краном розташованим на ділянці.

Всі демонтовані елементи та вузли за допомогою вантажопідйомного крану передати на ремонтний майданчик для подальшого розбирання, ревізії та ремонту.

## 2.2 Розрахунок та вибір канату для стропів

Такелажними називаються роботи по ув'язці вузлів устаткування гнучкими підвісками (стропуванню), їх підйому і транспортуванню до місця установки. Такелажні роботи виконують за допомогою різних вантажопідйомних засобів і механізмів, пристосувань і машин.

Такелажними називаються роботи по ув'язці вузлів устаткування гнучкими підвісками (стропуванню), їх підйому і транспортуванню до місця установки. Такелажні роботи виконують за допомогою різних вантажопідйомних засобів і механізмів, пристосувань і машин.

### 2.2.1 Конструкція та призначення стропів

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт, особливо при підйомі вантажів, вельми важливою і відповідальною операцією є стропування. Особливо ретельно слід закріплювати великі вузли устаткування великої маси. Всі кути обладнання, за якими відбувається дотик стропів, повинні бути заокруглені спеціальними запобіжними підкладками (рисунок 2.1).

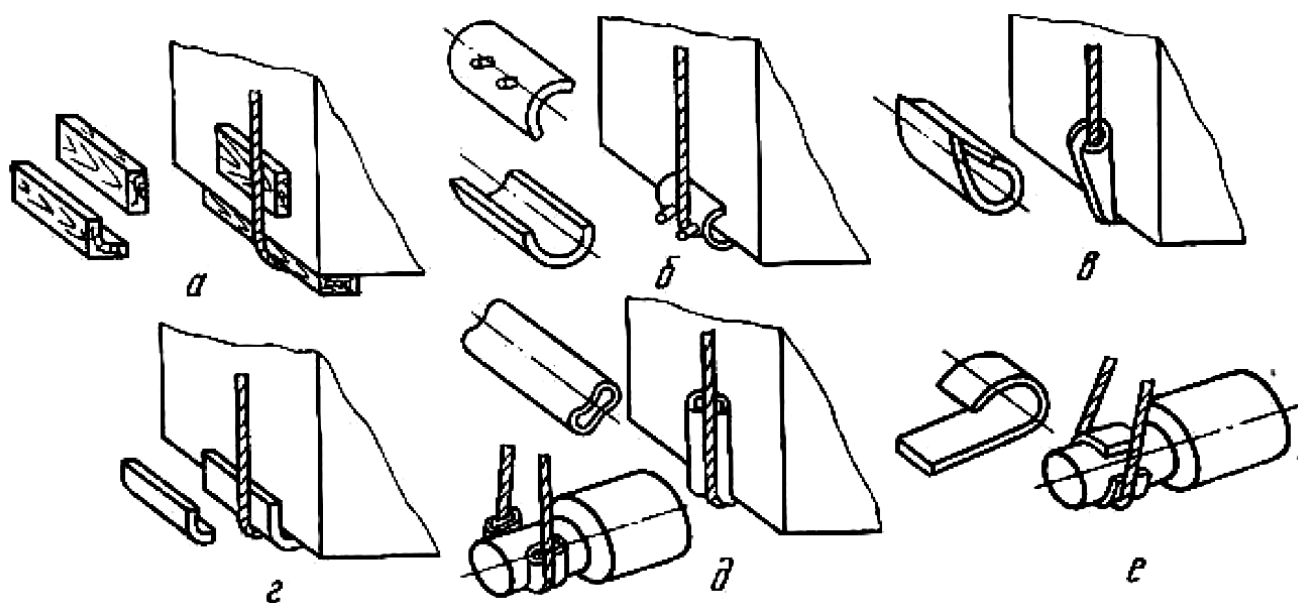


Рисунок 2.1 – Установка запобіжних підкладок під стропа при ув'язці вузлів устаткування: дерев'яних (а); з розрізаної труби з приварними бобишками (б); вигнутих з труб (в, д); вигнутих з листового металу (г, е).

Стропування можна розділити на два види:

- 1) шляхом обв'язки вантажів канатами, стропами або ланцюгами;

2) шляхом ув'язки стропувальних канатів на припливах, цапфах, лапах, рем-болтах і інших деталях, спеціально передбачених на обладнанні для його підйому і транспортування.

Найбільш часто застосовуються вузли обв'язки вантажів (чалочні вузли) показані на рисунку 2.2.

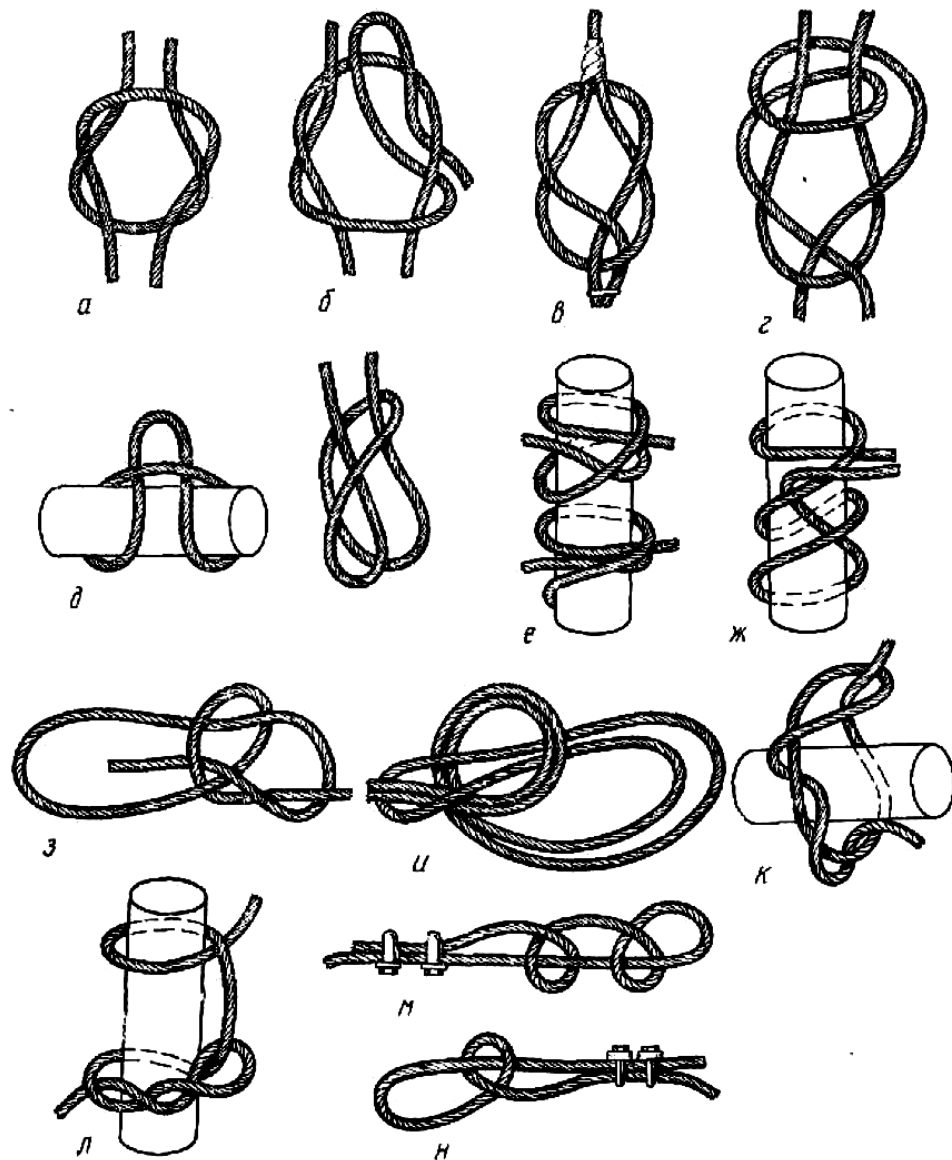


Рисунок 2.2 – Чалочні вузли: прямий (а); рифовий (б); в'язка в петлю (в); брам-шкотовий (г); мертва петля (д); вибленочний (е); подвійний вибленочний (ж); морський вузол (з); подвійний морський вузол (і); теслярський вузол (зашморг) (к); зашморг з напуском (л); багнетною (м); полштиковою (н)

На рисунку 2.3 показані рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках. При стропуванні важливо правильно визначити центр ваги вантажу.

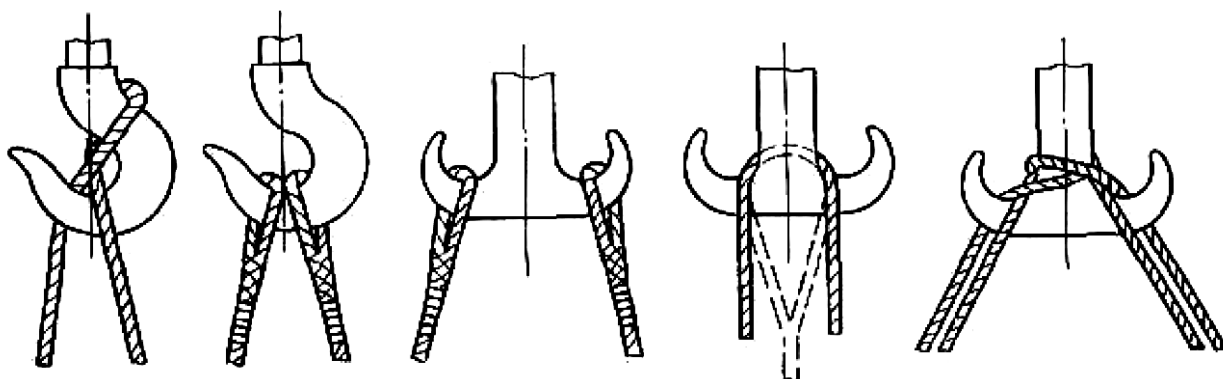


Рисунок 2.3 – Рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках

Стропування повинне бути виконане так, щоб центр ваги вантажу і вісь блоків підвіски крюка підйомного механізму знаходилися на одній вертикалі.

Маса укрупнених вузлів і блоків обладнання не повинна перевищувати вантажопідйомність наявних на монтажному майданчику вантажопідйомних засобів, а габаритні розміри – розмірів монтажних отворів. При монтажі великогабаритного і важкого устаткування можуть бути одночасно використані два крана або більше. Таку роботу проводять за письмовим дозволом головного інженера БМУ або начальника ділянки під керівництвом досвідченого фахівця.

До такелажних засобів і пристосувань відносяться сталеві і прядив'яні канати, ланцюги, стропа, траверси, захвати, блоки й поліспасти, талі, лебідки, домкрати.

Сталеві канати використовують в механізмах, поліспадах, різних монтажних пристосуваннях, а також для виготовлення стропів.

Стропами (рисунок 2.4) називають відрізки канатів або ланцюгів, з'єднані в кільця або обладнані спеціальними підвісними пристроями, що забезпечують швидке, зручне та безпечне закріплення вантажу.

Число гілок стропа, на яких підвішують вантаж, вибирають в залежності від маси вантажу і діаметра каната.

Для з'єднання кінців канатів або утворення петлі застосовують затискачі або стискачі різної конструкції (рисунок 2.5), а також застосовують спосіб завивки.

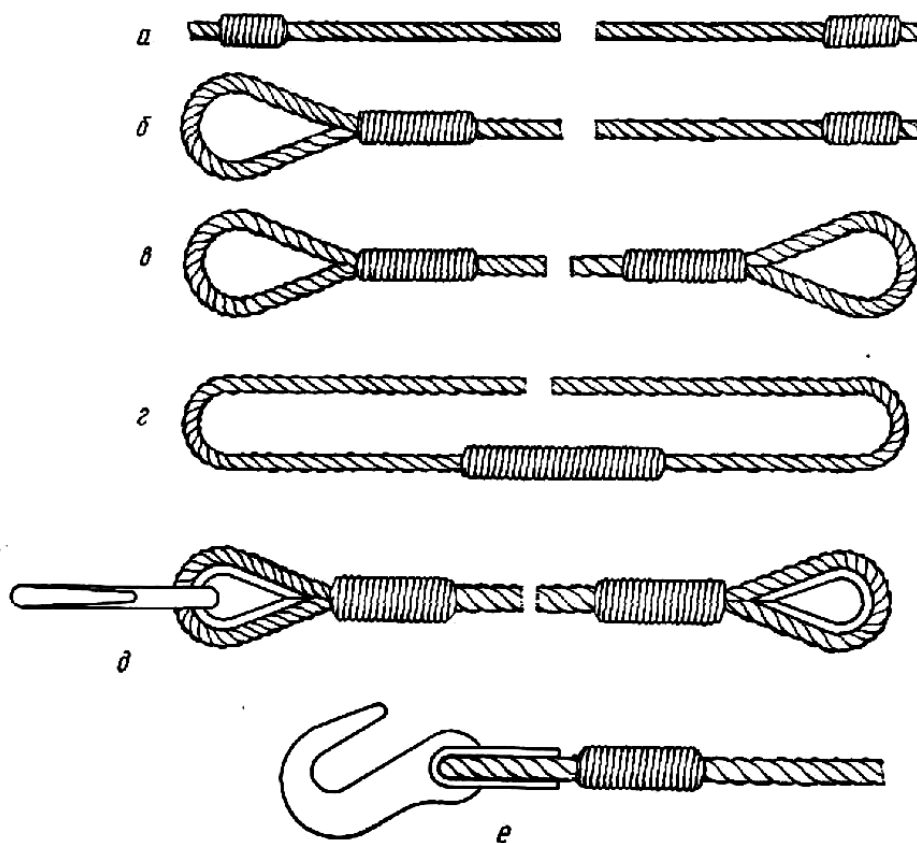


Рисунок 2.4 – Стропы: простий (а), з одною петлею (б), з двома петлями (в), універсальний (г), полегшений з петлею (д), полегшений з гаком (е)

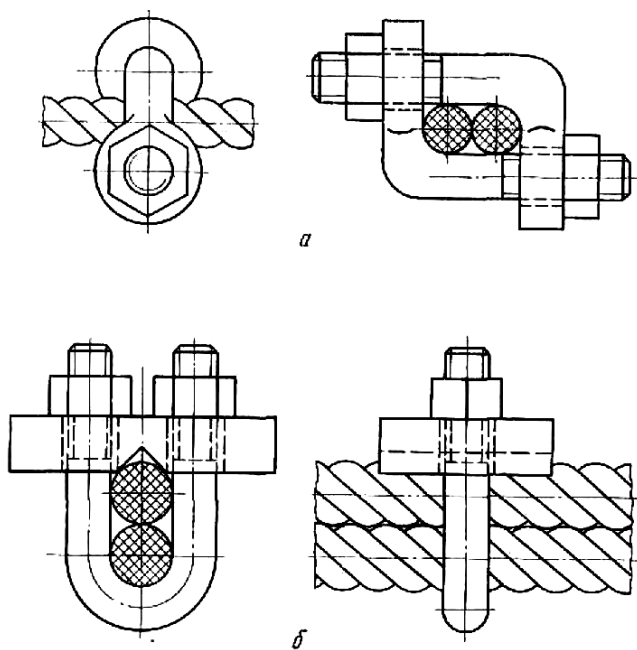


Рисунок 2.5 – Затискачі для кріплення сталевих канатів: кований (а) і дуговий (б)

Кінці канатів закріплюють затискачами зазвичай через коуш, який служить для зачеплення за гак і оберігає канат від розплющування і розшарування пасом і дроту на перегини. Коуші штампують з листового металу або виготовляють з чавунного лиття.

Затискачі повинні розміщуватися на канаті так, щоб гайки розташовувалися з боку робочої гілки каната. Це забезпечує останній прямолінійність, а кінець при цьому буде краще затиснутий.

Основні вимоги Держнаглядохоронпраці, що пред'являються до стропів:

1. Для виготовлення стропів застосовуються шістьпасмові канати з органічним сердечником хрестового звивання з точковим або точковолінійним дотиком.
2. Кут нахилу стропа до горизонту повинен бути більше  $30^\circ$  (рекомендується  $30^\circ \dots 75^\circ$ ).
3. Кількість затискачів чи стискачів має бути не менше трьох.
4. Відстань між затискачами не більше 6 діаметрів каната.

### 2.3 Розрахунок стропів для транспортування кліті 730ПН

Для монтажу даної деталі приймаємо комплект стропів (2 шт.) довжиною  $L$ , котрі закріплюються діагонально (рисунок 2.6).

Необхідну довжину стропів розраховуємо виходячи з кута нахилу гілок до горизонталі  $\alpha = 70^\circ$ , таким чином:

$$L = \frac{l}{2 \cos L} = \frac{1700}{2 \cdot \cos 70^\circ} = 2485 \text{ мм}$$

де  $l$  (мм) – довжина рами;

Натяг в кожній гілці каната:

$$S = \frac{Q \cdot g}{m \cdot \sin L} \cdot k_n = \frac{25,2 \cdot 9,81}{2 \cdot \sin 70^\circ} \cdot 1 = 131,5 \text{ кН}$$

де  $m = 2$  - кількість строп;

$k_n$ -номінальний коефіцієнт

$$S_{MAX} = S \cdot k_z$$

$$S_{MAX} = 131,5 \cdot 8 = 1052$$

де  $k_z$ -8 коефіцієнт запасу міцності, за умови, що маса не перевищує 50 тон.

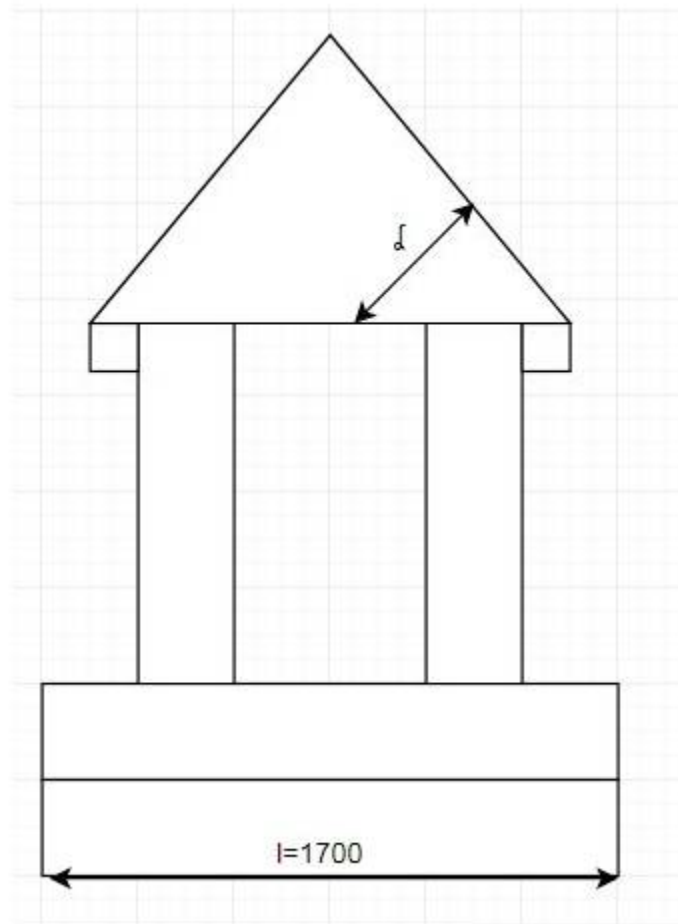


Рисунок 2.6 - Схема закріплення стропів

Приймаємо канат ТЛК-0 6х37 (1+6+15+15)+1о.с ГОСТ 3079-80 (діаметр канату  $d_k = 43.0$  мм; маркувальна група  $\sigma_b = 1960$  МПа, розривне зусилля канату  $S_{max} = 1060$  кН).

## 2.4 Розробка геодезичного обґрунтування монтажу кліті 730ПН

### 2.4.1 Вибір способу кріплення машини

Для кріплення машин до фундаментів застосовують фундаментні (анкерні) болти, дюбелі і патрони.

Фундаментні болти ГОСТ 24379.1-80 поділяють на глухі, знімні і встановлюються в готові фундаменти. Глухі болти виконують з відгином або з анкерної плитою. Знімні болти виконують з анкерними плитами з листового прокату або сталевого лиття, що закріплюються наглухо в фундамент. Знизу плити болти кріпляться гайками.

Стосовно монтажу Кліті 730ПН доцільно застосувати глухі фундаментні болти, що встановлюються в готовий фундамент (рисунок 2.7).

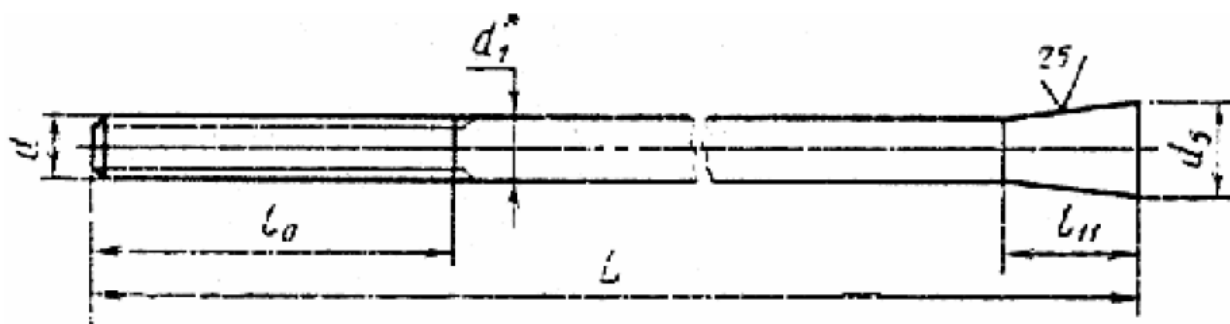


Рисунок 2.7 – Глухий фундаментний болт з конічним кінцем, що встановлюється в готові фундаменти

Фундаментні болти при експлуатації відчують статичні і динамічні навантаження. Болти виготовляють з вуглецевих і низьколегованих сталей марок. При діаметрі від М56 до М140 допускається виготовляти з низьколегованої сталі марок 09Г2С і 10Г2С1 (ГОСТ19281-88). Приймаємо матеріал болта 09Г2С.

#### 2.4.2 Розрахунок фундаментних болтів

Схема кріплення машини до фундаменту представлена на рисунку 2.8.

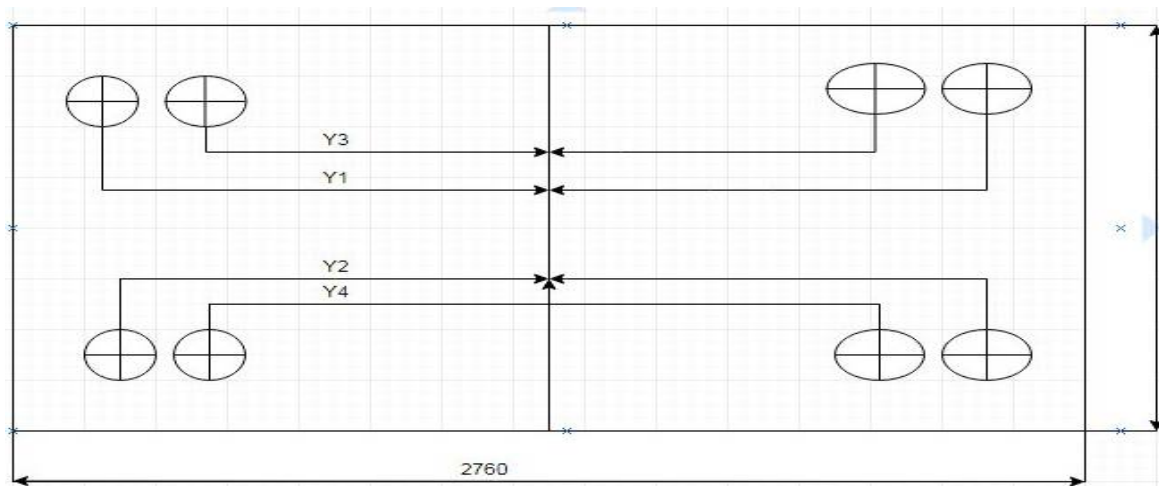


Рисунок 2.8 – Схема кріплення Кліті 730ПН до фундаменту

Визначимо діаметр глухих фундаментних болтів, глибину їх закладання в бетон фундаменту і кут повороту гайки для забезпечення необхідного зусилля попереднього затягування за наступними вихідними даними:

Розрахунковий перекидний момент  $M=220$  кН·м



- Вага машини  $G=74$  кН
- Розрахункове вертикальне відривне навантаження  $P=650$  кН
- Горизонтальне зсувне навантаження  $Q=270$  кН
- Кількість фундаментних болтів  $n=8$

Відстань від осі повороту машині до найбільш віддаленого болта в розтягнутій зоні стику  $Y_0 = 1.49$

Відстань від осі повороту машини до інших  $i$ -тих болтів у тій же зоні

$$Y_1 = 1.49$$

$$Y_2 = 1.2$$

$$Y_3 = 1.2$$

Матеріал болтів 09Г2С

Спосіб встановлення машини : на підкладках

$$\text{Кількість циклів : } N_c = 1.7 \cdot 10^6$$

Навантаження: комбіноване

Переріз фундаментних болтів розраховують з умов не розкриття стику між фундаментом і основою базової деталі й перевіряють на витривалість.

Площа перерізу болта по різьбі:

$$F = \frac{Q_{0\text{сум}} + \kappa P_B}{100 \cdot [\sigma_p]}$$

де  $Q_{0\text{сум}}$  – сумарне зусилля попереднього затягування болтів від впливу

вертикального та горизонтального навантаження, Н;

$\kappa$  – коефіцієнт загального навантаження, який приймається рівним

$$\kappa = 0,5 \dots 0,6;$$

$P_B$  – розрахункове вертикальне навантаження, Н;

$[\sigma_p]$  – розрахункове допустиме напруження на розтягування металу

болтів, яке приймають таким: для болтів з вуглецевих та низьколегованих сталей  $[\sigma_p] = 170$  МПа .

Розрахункове вертикальне навантаження:

$$P_B = \frac{P_0 - G}{n} + \frac{M \cdot Y_1}{\sum Y_i^2},$$

де  $P_0$  – розрахункове відривне навантаження, яке діє від машини на фундамент, Н;

$G$  – вага машини, Н;

$n$  – кількість фундаментних болтів;

$M$  – розрахунковий перекидний момент, Н·м;

$Y_1$  – відстань від осі повороту машини до найбільш віддаленого болта в розтягнутій зоні стику, м;

$Y_i$  – відстань від осі повороту машини до інших  $i$ -тих болтів в тій же зоні стику, м.

У розрахунках приймають, що вісь повороту машини при перекиданні під впливом експлуатаційного навантаження проходить через центр опорної поверхні машини; частіше в розтягненій зоні стику знаходиться половина фундаментних болтів, якими базова деталь машини кріпиться до фундаменту.

Знайдемо розрахункове вертикальне навантаження, яке приходить на один болт:

$$P_B = \frac{650000 - 74000}{8} + \frac{220000 \cdot 1,49}{1,49^2 + 1,49^2 + 1,2^2 + 1,2^2} = 136,273 \text{ кН}$$

Сумарне зусилля попереднього стягування болтів під впливом вертикального навантаження й горизонтального:

$$Q_{\text{сум}} = Q_{\text{О.В.}} + Q_{\text{О.Г.}},$$

де  $Q_{\text{О.В.}}$  – зусилля попереднього затягування болтів під впливом тільки вертикального навантаження, Н;

$Q_{\text{О.Г.}}$  – зусилля попереднього затягування болтів під впливом тільки горизонтального зсувного навантаження, Н.

Зусилля попереднього затягування болтів під впливом вертикального навантаження:

$$Q_{\text{О.В.}} = K_{\text{СТ}} \cdot (1 - \kappa) \cdot P_B,$$

де  $K_{\text{СТ}}$  – коефіцієнт стабільності затягування; для глухих і знімних болтів  $K_{\text{СТ}} = 1,3 \dots 1,5$  при тільки статичних навантаженнях і  $K_{\text{СТ}} = 1,8 \dots 2,0$  при комбінованих статичних і динамічних навантаженнях.

Приймаємо  $K_{CT} = 1,8$ ;  $\kappa = 0,5$ .

Тоді

$$Q_{OB} = 1,8 \cdot (1 - 0,5) \cdot 136.273 = 122.646 \text{ Н.}$$

Зусилля попереднього затягування болтів під впливом горизонтального зсувного навантаження:

$$Q_{OG} = K_{CT} \cdot \frac{Q - f \cdot G}{n \cdot f},$$

де  $Q$  – горизонтальне зсувне навантаження, Н;

$G$  – вага машини, Н;

$f$  – коефіцієнт тертя.

Якщо машину встановлюють на пакетах металевих підкладок, то  $f = 0,2$ , якщо без підкладок –  $f = 0,3$ .

Тоді

$$Q_{OG} = 1,8 \cdot \frac{270000 - 0,2 \cdot 74000}{8 \cdot 0,2} = 287,1 \text{ кН}$$

$$Q_{0\text{сум}} = 122.646 + 287.1 = 409,746 \text{ кН.}$$

Необхідна площа перерізу болта по різьбі:

$$F = \frac{409,746 + 0,5 \cdot 136,273}{100 \cdot 170} = 28,111 \text{ см}^2.$$

Вибираємо фундаментний болт із найближчим більшим перерізом М72×6 ( $F = 32,23 \text{ см}^2$ ).

Перевіряємо вибраний стандартний фундаментний болт на витривалість. Для цього визначимо площу перерізу болта за умови витривалості:

$$F_B = \frac{\kappa \cdot P_B}{200 \cdot [\sigma_P]_g},$$

де  $[\sigma_P]_g$  – допустиме напруження на розрив під впливом динамічних навантажень, яке розраховують за формулою:

$$[\sigma_p]_g = 0,278 \cdot \frac{\alpha}{\mu} \cdot [\sigma_p],$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, який ураховує кількість циклів навантаження;

$\mu$  – коефіцієнт, який ураховує масштабний фактор, вибирається у залежності від діаметра вибраного стандартного фундаментного болта.

У даному випадку при  $N = 2,7 \times 10^6$  маємо  $\alpha = 1,33$ , а для фундаментного болта  $M=72$  мм відповідно  $\mu=1,8$

$$[\sigma_p]_g = 0,278 \cdot \frac{1,33}{1,8} \cdot 170 = 34,92 \text{ МПа}$$

$$F_B = \frac{0,5 \cdot 136,273}{200 \cdot 34,92} = 9,756 \text{ см}^2.$$

Таким чином маємо:

$$F_B = 9,756 \text{ см}^2 < F = 28,11 \text{ см}^2.$$

Отже, оскільки  $F_B < F$ , вибраний стандартний фундаментний болт М72 відповідає вимогам необхідної витривалості.

Глибина закладення фундаментних болтів у бетон фундаменту залежить від його типу: для глухих болтів:

$$H = 25 \cdot 20 = 500 \text{ мм.}$$

Кут повороту гайки для забезпечення необхідного зусилля попереднього затягування болтів:

$$\phi_{n.z.} = 360^\circ \frac{14 \cdot Q_{o.cym.} \cdot d}{100 \cdot E \cdot F \cdot S},$$

де  $E$  – модуль пружності матеріалу болта ( $2,1 \times 10^5$  МПа);

$F$  – площа перерізу вибраного стандартного болта,  $\text{см}^2$ ;

$d$  – діаметр різьби, см;

$S$  – крок різьби, см.

Для болта М72 з кроком  $S=6,0$  мм кут повороту гайки становить:

$$\phi_{n.z.} = 360^\circ \frac{14 \cdot 410,135 \cdot 72}{100 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 32,23 \cdot 6} = 36,614^\circ$$

## 2.5 Розробка схеми геодезичного обґрунтування монтажу

Для забезпечення необхідної точності установки і монтажу устаткування підприємств металургійної промисловості на його фундаменти за допомогою спеціальних геодезичних знаків наносять поздовжні і поперечні осі, а також висотні позначки, які служать орієнтирами при установці устаткування. Застосовують два види геодезичних знаків: репери для вивірювання устаткування по висоті і плашки для фіксації вісій

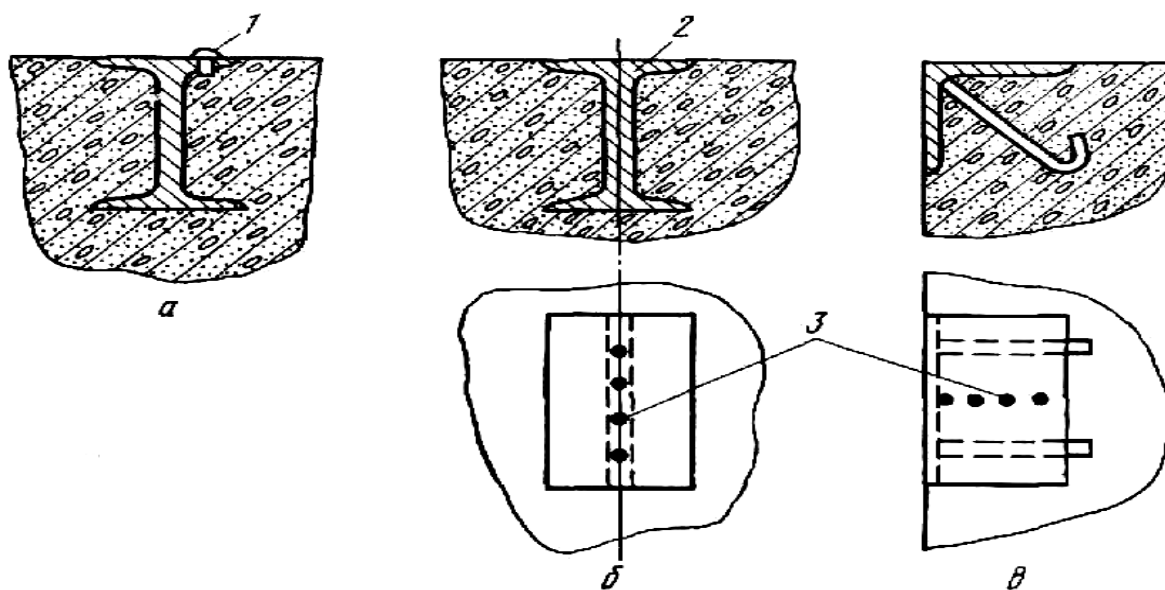


Рисунок 2.9 – Види геодезичних знаків: репер (а) і плашки (б, в):  
 1 – заклепка; 2 – відрізок металевого профілю;  
 3 – накернені лунки діаметром 20мм для фіксації осей

Геодезичним обґрунтуванням монтажу називається система осей і висотних відміток, виконана в натурі за допомогою геодезичних знаків в прольоті цеху, де монтують обладнання, і нанесена на спеціальний креслення, яке називається схемою геодезичного обґрунтування монтажу.

Репер фіксує абсолютну висоту заданої точки над рівнем моря. На практиці для встановлення обладнання користуються умовними позначками. За нульову позначку зазвичай приймають рівень поверхні чистого підлоги першого поверху будівлі. Точки, розташовані вище цього рівня, мають позитивні умовні позначки, розташовані нижче негативні. Репери поділяють на контрольні і робочі. Контрольні репери розташовують за межами будівлі і захищають від можливих пошкоджень, особливо в період будівельних робіт. Вони призначені для

перевірки робочих реперів. Відмітки контрольних реперів перевіряють за відмітками найближчого пункту державної висотної геодезичної опори. Робочі репери виконують у вигляді заклепки (див. рисунок 2,9 а) діаметром 25...60 мм, привареною до полиці двутавру арматури фундаменту, на якому встановлюють машину.

На кожному фундаменті для базової машини мають один основний репер, вивірений щодо контрольного з точністю до 0,5 мм, і кілька допоміжних, які вивіряють за основним з тією ж точністю.

Плашка виконується у вигляді відрізка 2 (див. рисунок 2.9,б та 2.9,в) профільного металу, зашпаровується у верхній частині фундаменту при досягненні бетоном 70% міцності або в спеціально вирубану нішу після бетонування фундаменту і заливки її цементним розчином високої марки. Плашки можуть бути приварені до арматури або кондукторних пристроїв до бетонування. Осьові лінії фіксують за допомогою лунок 3 (див. рисунок 2.9,б та 2.9,в) діаметром до 2 мм, що накернюють на двох плашках, розташованих в місцях, які не закриваються основою машин з відхиленнями від проектної осі не більше  $\pm 1$  мм.

При монтажі фіксують контрольні та робочі осі за допомогою натягнутих сталевих струн діаметром 0,3...0,5 мм або нейлонових чи капронових ниток, з яких спускають сходи, гострі кінці яких поєднують з лунками на плашках. Контрольні осі зазвичай поєднують з осями колон будівлі, фіксують плашками, встановленими на спеціальних монолітах, і вивіряють щодо пунктів державної планової геодезичної опори. Робочі осі вивіряють по контрольним. В якості основної поздовжньої робочої осі приймають технологічну вісь агрегату, а в якості поперечних осей осі основних його машин.

Репери і плашки при підливанні опорних поверхонь після установки устаткування зберігають для перевірки наступного осідання фундаментів і інших відхилень осей машин від проектного положення.

Правильність розбивки осей і відміток реперів перевіряє монтажна організація при прийманні фундаментів за виконавчою схемою геодезичного обґрунтування монтажу.

В якості плашок приймаємо відрізки швелера №10, а в якості репера – заклепку діаметром 60 мм.

Схема геодезичного обґрунтування монтажу показана на рисунку 2.10.

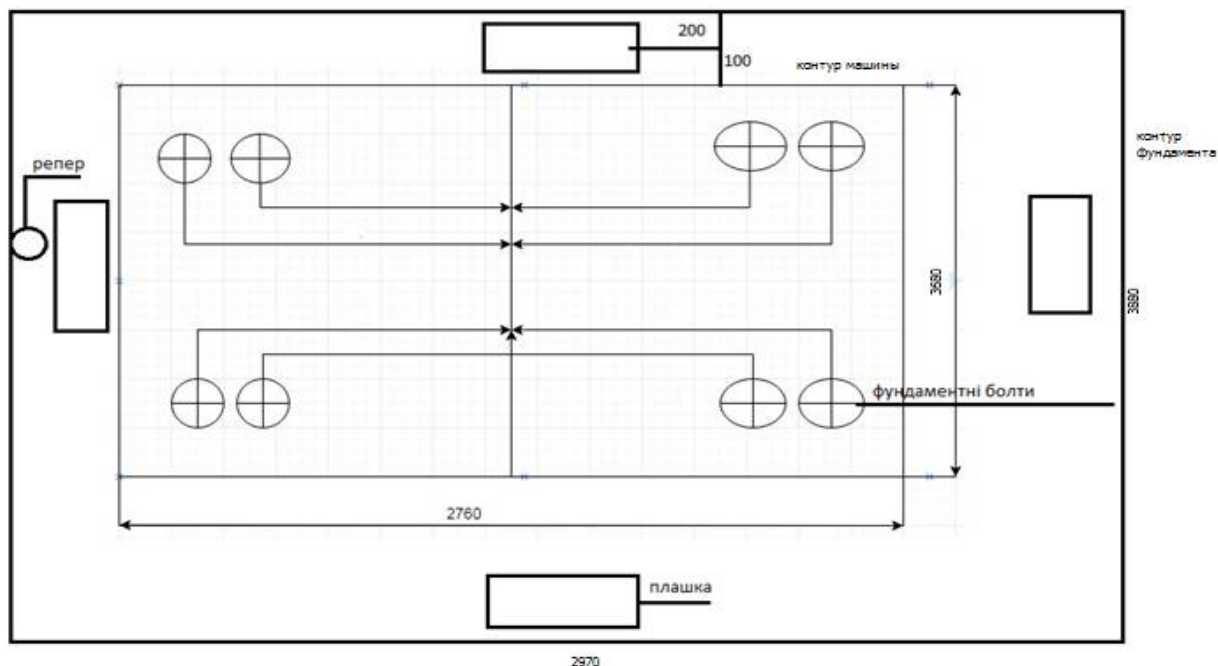


Рисунок 2.10 – Схема геодезичного обґрунтування монтажу

## 2.6 Порядок збирання, монтажу та вивірювання машини

Перед монтажем кліті ТПМ ретельно перевірити правильність зведеного фундаменту, тобто положення фундаменту в плані і по висоті, діаметр і розташування фундаментних болтів з прив'язкою їх до подовжніх і поперечних осей, а також їх висотні відмітки, при цьому відхилення не повинні перевищувати:

основні розміри фундаменту в плані, мм	±30
висотні відмітки верху бетону (без підливки), мм	-30
осі фундаментних болтів в плані, мм	±2
відмітки верху фундаментних болтів, мм	+10
відхилення забетонованого фундаментного болта по вертикалі (по висоті виступаючої частини), мм, не більш	1,5

При монтажі установки ТПМ за основні осі прийняти:

- подовжню – прийняту для всього обладнання, співпадаючу або паралельну з віссю одного із ривчаків;
- поперечну – вісь, що проходить через умовний центр кривизни базового радіусу перпендикулярно напрямку ривчаків.

Допоміжні подовжні осі повинні бути осями ривчаків.

Розмітити на фундаменті і зачистити майданчики розміром під опорні планки відтискних регулювальних гвинтів, розташованих на основі установки ТПМ.

Монтаж обладнання установки ТПМ рекомендується вести в такій послідовності:

а) встановити на фундамент основу установки ТПМ, виставити по висотних відмітках щодо подовжніх і поперечної осі, затягнути анкерні болти. Після затягування анкерних болтів відхилення не повинні перевищувати:

- зсув подовжньої осі в поперечному напрямі не більш 0,5 мм. Контролювати перевіркою лінійкою, прикладеною до настановних штирів на верхніх майданчиках основи;
- перекіс подовжньої осі щодо основної подовжньої осі МБЛЗ не більш 0,1 мм на погонний метр, контролювати перевіркою лінійкою, прикладеною до настановних штирів;
- зсув поперечної осі щодо осі, яка проходить через центр кривизни базового радіусу не більш 0,5 мм. Контролювати геодезичним методом по перевіірочній лінійці, прикладеній до настановних штирів, розташованих на верхніх майданчиках основи з боку рольганга;
- перекіс поперечної осі не більш 0,1 мм на погонний метр;
- відхилення висотної відмітки (по оброблених площинах) від розрахункової не більш 0,2 мм. Різниця висотних відміток на двох будь-яких оброблених майданчиках, у тому числі розташованим по кутах основи, не більш 0,2 мм;

б) підлити основу бетонною сумішшю. Підливка виконується під наглядом фахівців, що виконують монтаж обладнання. Після затвердіння підливки (по нормах будівельної організації) перевірити затягування анкерних болтів і провести повторну перевірку установки основи;

в) встановити і закріпити навколо основи знімні перекриття;

г) виконати в районі основи трубні розводки охолоджуючої води, гідравліки і мастила згідно кресленням трубних розводок;

д.) ретельно очистити верхні оброблені майданчики основи і штирі від пилу і бруду, переконатися, що штуцери для підведення і відведення охолоджуючої води вільно переміщуються в своїх гніздах, після чого встановити на основу кліті, дотримуючи, щоб номер кліті співпадав з номером ривчача Установку



клітей доцільно проводити, починаючи з першої або шостої, по черзі встановлюючи їх в в порядку нумерації;

е) після монтажу і промивки трубних розводок гідравліки і мастила по МБЛЗ з'єднати швидко роз'ємні з'єднання на підводах до клітей трубопроводів гідравліки і мастила;

ж) встановити між клітьями в місцях підключення трубопроводів гідравліки і мастила знімні захисні штори;

з) виконати заземлення змонтованого обладнання. Підключення електроживлення до обладнання допускається тільки після перевірки заземлення, електро кабельних розводок і встановлення електроустаткування.

Основу установки ТПМ встановлюють на пакетах плоских підкладок, котрі підкладають з одного боку фундаментного болта.

Підкладки встановлюють пакетами з 6–8 штук, в яких 3–4 установчі, а решта – регульовальні. Загальна висота підкладок має становити 40...80 мм.

Застосований монтажною організацією спосіб вивірки обладнання при встановленні на фундамент (струнний чи оптико-геодезичний) повинний забезпечити необхідну точність встановлення даного обладнання.

При використанні струнного методи вивірки, після установки на фундамент обладнання вивіряють по осях в плані, а потім по висоті, залишаючи припуск 1...2 мм вище проектної позначки на усадку пакета підкладок.. Для вивірки навколо фундаменту встановлюють стойки, на яких зміцнюють осьові струни з вантажами, за допомогою яких фіксують проектні осі. Виски поєднують з осями на плашках. Осі машини з осями фундаменту поєднують за допомогою схилів, що підвішуються на струнах. Після суміщення осей попередньо затягують анкерні болти, після чого повторно перевіряють правильність установки устаткування по осях і висотним позначаєм (реперам) і остаточно затягують болти. Якість затягування перевіряють щупом товщиною 0,05 мм, який не повинен проходити на глибину більше 5 мм в стиках між гайкою і шайбою і базовою поверхнею деталі. У відповідальних випадках необхідне зусилля затяжки перевіряють по крутному моменту на гайці або по подовженню болта.

Затяжку фундаментних болтів варто проводити відповідно до вимог монтажних креслень і інструкції з монтажу й експлуатації обладнання. Перевірку якості затягування робити обстукуванням молотком пакетів підкладок, що при цьому не повинні зрушуватися і повинні видавати дзвінкий звук без деренчання, а також виміром зазорів за допомогою щупа товщиною 0,05мм, що не по-

винний проходити на глибину більш 5мм у стики між гайкою і шайбою і між шайбою і базовою деталлю.

Після остаточного затягування болтів і перевірки правильності положення машини щодо проектних осей і висотних відміток повинен бути складений формуляр на встановлення рольганга і здачі його під підливку. У ньому повинні бути відображені фактичні і проектні розміри й відмітки, а також дата і час здачі обладнання під підливку.

Обладнання, встановлене на фундамент, повинне бути підлите протягом 48 годин з моменту пред'явлення його до підливки. Підливка повинна здійснюватися без перерв. Шар підливки повинний бути щільним, без порожнеч. Подальші монтажні роботи дозволяється робити тільки після досягнення бетоном підливки необхідної міцності.

Зборку обладнання робити згідно схеми монтажно-складального маркірування із забезпеченням технічних вимог складальних і монтажних креслень і інструкцій рольганга, що монтується.

Реконсервацію виконувати відповідно до інструкції.

Збирання і монтаж кліті робити відповідно до технічних вимог складальних креслень і заводським маркіруванням.

Нагнітальні і зливальні клапани перевірити на відсутність витоків мастила і надійність роботи.

Монтаж робити на стенді в наступному порядку:

1. Перед монтажем усі тертьові поверхні вузлів змазати густим мастилом.
2. Установити на станину нижні роликові опори, виставивши їх по висоті за допомогою прокладок.
3. Установити в станину нижній валок у зборі. При встановленні забезпечити попадання виступів подушок у пази станини. Попередньо на валок установити проставки які необхідні для фіксації подушок відносно валка. Після зупинки валка проставки видалити.
4. Повзуни механізмів виставки верхнього валка перемістити у крайнє положення Нижні клини, мірні прокладки і верхні клини установити в Т-подібних пазах Комплекти прокладок повинні бути промартільні.
5. Установити в станину верхній валок, попередньо установивши на нього проставки При встановленні забезпечити попадання виступів подушок у пази станин. Після встановлення валка проставки забрати.

6. Встановити на станину траверсу в зборі, попередньо знявши планки, що фіксують верхню опору. Після встановлення траверси необхідно повернути упори разом із клинами в похилі пази станин і переміщувати клини зусиллям руки до упору.

7. Для виставки циферблата на кожух кінематичного редуктора нанести червоною фарбою риску товщиною 5 мм, прийнявши її за нульову оцінку. Виставлення циферблата на „0” проводити поворотом барабана щодо осі, попередньо відвернувши болт кріплення барабана на один оберт. Після виставлення болт затягти.

### **3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ РЕМОНТІВ**

#### **3.1 Система організації ремонтних робіт в прокатному цеху**

У прокатних цехах [7] механічне обладнання розташоване в основному в зоні дії мостових кранів, вантажопідйомність яких відповідає вазі найбільш важких вузлів і деталей. Це обставина значно спрощує такелаж і такелажні роботи при ремонті прокатного обладнання.

Обсяг ремонтів визначається відомості дефектів, капітальний ремонт виконують спеціалізовані ремонтні трести, а поточний – персонал прокатних і спеціалізованих цехів заводу, щоб зменшити час простою прокатних станів, поточний ремонт поєднують з перевалками, коли зупинки цеху обов'язкові за технологічними міркуваннями. З цією ж метою роботи з модернізації обладнання для впровадження нової техніки ведуть під час капітальних ремонтів. Устаткування прокатних станів ремонтують вузловим або агрегатним методом. Технологічний процес відновлення або підготовки нових вузлів агрегатів в міжремонтні періоди складається з операцій розбирання, очищення, дефекації та збірки. При дефекті нових деталей оцінюють фактичні відхилення геометричної форми і розмірів від проектних значень. Якщо відхилення не перевищують допустимих величин, то деталі передають для збірки.

Основні завдання дефекації зношених вузлів - виявлення що виникли під час експлуатації дефектів (абсолютний знос, тріщини, зміна зазорів, порушення посадок і т.п.) і прийняття рішень про можливість повторної збірки зубчасте колесо. Технічні норми бракування деталей прокатних станів наведені в (табл. 3.1). Якщо в деталі виявлений один з наведених дефектів, то її замінюють.

#### **3.2 Технологічна ревізія.**

Технологічні ревізії виконують при всіх перевалках валків. Зовнішнім оглядом визначають можливість подальшої експлуатації валкових опор, або необхідність позапланової повної ревізії.

Технологічну ревізію робить змінна бригада дільниці ревізії і збирання валкових опор.

Таблиця 3.1 – Технічні норми бракування деталей прокатних станів

Деталь	Пошкодження
Зубчасте колесо	Тріщини в основі одного з зубів, на ступці, спицях, обідах, дисках; механічний знос зуба більше 10%-20% проектною товщини; площа основних пошкоджень більше 30% бічної поверхні, а глибина більш 10% товщини зубів; знос шару цементациї
Вал	залишкові деформації (прогин), більш 0,3 мм при $n > 600$ об/хв більше 0,5 при $n < 500$ об/хв; механічний знос шийок більше 0,05-0,10 Діаметра; поперечини: тріщини глибиною понад 0,05 діаметра; наявність залишкових деформацій скручування
Підшипники кочення	Основні пошкодження і ослаблення поверхневих шарів тіл кочення "бігових доріжок; тріщини на внутрішньому або зовнішньому кільці; пошкодження сепаратора скелі на кільцях; збільшення радіального зазору на 0,5-1,0 мм; неуккомплектованість тілами кочення
Підшипники ковзання	Тріщини у вкладишах або втулках; порушення зв'язку між корпусом і антифрикційним шаром, механічний знос вище допустимих значень; відколи борта, збільшення діаметрально зазору в 2-3 рази
З'єднувальна муфта	Змішання напівмуфти уздовж осі валу; послаблення посадки; тріщини в напівмуфтах в втулках; механічний знос зубів більше 30%; вироблення отворі під болти або пальці більше 0,03 діаметра
Ланцюга пластинчасті	Тріщини або злами ланок механічний знос отворів під осі і робочих ділянок осі вище допустимих значень. Наявність залишкових деформації
Зірочки для пластинчасті ланцюгів і осі зірочок, гальмо і деталі гальма	Механічний знос зубів більше 20%; тріщини у ніжки зуба, маточини, спиць, дисків; механічний знос робочих поверхонь осей і посадкового діаметра маточини вище допустимих значень; залишкові деформації осей

Продовження таблиці 3.1

Деталь	Пошкодження
Гальмо і деталі гальма	Зменшення товщини фрикційного матеріалу гальмівних колодок до 2 мм і на гальмівних стрічках до 4 мм механічний знос робочої поверхні гальмівних шківів більше 50%, осей отворів більш 0,05 діаметра; люфт важеля, наведений до якоря, понад 10% ходу електромагніту; тріщини важелів, тяг, осей

Порядок проведення ревізії підшипникового вузла:

- а) прогріти подушки дрантям, змоченої в гасі і промити в гарячій воді;
- б) розібрати кріплення подушок на валку і зняти подушки з валка (операція виконується на стенді);
- в) перевіряти стан видимих поверхонь і підшипникового вузла;
- г) перевірити стан ущільнювальної частини гумових ущільнень-ущільнення не повинні мати тріщин, ум'ятин, прорізів і надмірного зносу обтиских кромок;
- д) перевірити стан лабіринтових ущільнень;
- е) перевірити стан подушок - зачистити задирки та забоїни на привалочних і упорних поверхнях;
- ж) перевірити надійність кріплення фланцевих кришок і в разі потреби зробити обтягування болтів;
- з) перевірити стан різьбових кілець, упорних кілець і настановних гайок - зачистити задирки, забоїни.

### 3.3 Планова ревізія.

Планову ревізію виконує бригада по ревізії підшипників дільниці ревізії і збирання валкових опор.

Ревізія і збирання підшипникових опор, а також збирання валків з подушками повинні виконуватися на спеціальних майданчиках у вальцетокарній майстерні ревізії ПРТ, обладнаних верстатами, стендами, столами для укладання підшипників і деталей опор, ваннами для промивання підшипників, стелажми і шафами для інструмента, протипожежними засобами. Крім того, приміщення повинне бути оснащено пристосуваннями і механізмами для транспортування,

кантування, контролю і збирання підшипників, комплектом робочого вимірювального інструмента; баками для мастильних і промивних матеріалів, цебрами й іншим підсобним інвентарем.

Весь обсяг робіт пов'язаних із збиранням підшипникових опор повинні виконувати кваліфіковані слюсарі, що мають спеціальну технічну підготовку, дотримуючи правила техніки безпеки, охорони праці і протипожежної безпеки.

Порядок проведення ревізії:

а) протерти подушки дрантям, змоченої в гасі, і в зборі з валком промити гарячою водою;

б) укласти валок на стенд;

в) з неприводної сторони валка зняти захисний кожух, відпустити гайку кріплення подушки на валку, зняти півкільця і потім зняти подушку з упорним вузлом із шийки валка:

г) із приводної сторони валка розібрати кріплення подушки на валку і зняти подушку із шийки валка;

д) подушки з підшипниками перемістити в майстерню ревізії ПРТ і провести повне їхнє розбирання. Розбирання здійснювати в кантувачі.

### 3.3.1 Облік термінів служби підшипників

При експлуатації великогабаритних валкових підшипників необхідно організувати облік термінів їхньої служби, що дає можливість на підставі аналізу фактичних даних установити технічно обґрунтовані норми довговічності підшипників щоб отримати ці дані, необхідно точно реєструвати роботу кожного підшипника на кожному валку й у кожній подушці, а також тривалість експлуатації під навантаженням кожного підшипника в кожній клітці стану.

### 3.3.2 Технічне обслуговування

Настроювання проводкової арматури виконувати відповідно до інструкції монтажу й експлуатації арматури.

Періодично очищати кліть від бруду і пилу.

Постійно усувати течію рідкого мастила.

Періодично перевіряти справність ущільнювальних вузлів трубопроводів і приєднань гідроциліндрів попередньої напруги й осьової фіксації.

Періодично, при підготовці змінної робочої кліті, контролювати ступінь зносу поверхонь тертя вкладишів ведомих шарнірів і робити своєчасну їх заміну.

## 4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК

### 4.1 Розрахунок виробничої програми сортопрокатного цеху на рік

На підставі звітних даних за 2018 рік про сортамент і обсяг виробництва стану 600 (табл.4.1) а також час роботі стану (табл. 4.2) складаємо баланс часу роботи стану на 2020 рік

Таблиця 4.1

№	Найменування видів прокату	Обсяг випуску прокату,т	Частка окремих видів прокату,%
1	Балки, швелери	134257	8,0
	Крупносортна сталь:	1515653	90,4
2	У т.ч.кадрат	1489243	88,9
3	Кулькова заготівля	13484	0,8
4	Сортова конструкція	11066	0,7
5	Трубна заготівля	15149	0,9
	Разом:	1679125	100,0

Визначимо номінальний час роботи стану у добах:

$$TN = t_{\text{календ.}} - t_{\text{к.р.}} - t_{\text{нпр}}$$

де  $t_{\text{календ.}} = 365$  діб – календарний час роботи стану;

$t_{\text{к.р.}} = 10$  діб час на капітальний ремонт відповідно до звіту за 2018 рік

$t_{\text{нпр}} = 19.67$  діб – час на планово-попереджувальні ремонти

$$TN = 365 - 10 - 19.67 = 335.33 \text{ діб}$$

Номінальний час роботи стану в годинах:

$$TN = 335.33 \cdot 24 = 8047,92 \text{ год}$$

Визначимо фактичну час роботи стану шляхом врахування з часу номінального часу поточних простоїв

Поточні простої викликані заміною деталей і вузлів які швидко зношуються та простоями по організаційно-технічним причинам.



Таблиця 4.2 – Баланс часу роботи стану 600

Показник	По звіту 2018 рік	По проекту 2020 рік
Календарний час, діб.	365	365
Режим роботи	безупинний	безупинний
Число x тривалість змін, год	3x8	3x8
Капітальний ремонт, діб	-	-
ППР, діб	19,67	20
Номінальний час, діб	273,4	274
Номінальний час, год	6561,6	8047,92
Поточні простої %	32,7	10
Поточні простої, год	2144,1	1657,6
		Резерв=1985
Фактичний час, год	4863	6847,92
Середня годинна продуктивність, т	273,4	344,67
Випуск прокату	1630861,68	2360272

До таких простоїв відносяться

- перевалка валків зміна ножів, пил, дисків і іншого змінного устаткування й інструмента в наслідок зносу або поломки;
- закладка змащення в підшипники, збирання окалини, перевірка кріплень, настроювання й інше;
- поточний ремонт устаткування печей і ножиць.

Уповільнення в процесі ходу прокатки в порівнянні з технічно можливим його тактом відносять до схованих простоїв. Ці простої не фіксуються, входять у фактичний час і виявляються шляхом проведення фото хронометражних спостережень.

Поточні простої складає 15...20% від номінального часу.

Визначимо час поточних простоїв у роботі стану за доби по формулі

$$T_{\text{п}} = \frac{T_{\text{н}} \cdot T_{\%}}{100} = \frac{335,33 \cdot 15}{100} = 50 \text{ діб}$$

У годинах це складає:

$$T_{III} = 1200 \text{ год.}$$

Визначимо фактичний час роботи стану 600 у 2020 році у годинах:

$$T_{\phi} = TH - TT_n = 8047,92 - 1200 = 6847,92 \text{ год}$$

Середню годинну продуктивність стану 600 по сортаменту визначимо по формулі:

$$P_{cp} = \frac{P_{год}}{T_{\phi}} = \frac{1676125}{4863} = 344,67 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

де  $P_{год} = 1676125$  т - продуктивність за 2017 рік

$T_{\phi} = 4863$  год - фактичний час роботи стану за 2017 рік

Річну продуктивність стану 600 визначимо по формулі:

$$PG = PCP \cdot T\Phi = 344,67 \cdot 6847,92 = 2360272 \text{ т}$$

У зв'язку з тим, що проектом заплановане збільшення виробництва прокату на 5% у порівнянні зі звітом 2018 року що складає 83806,25 тони, надлишковий фактичний час що складає 1985 годин або 82,7 доби в порівнянні з розрахованим необхідно віднести в резерв

Розрахуємо баланс часу роботи стану по відомій годинній продуктивності й обсягу виробництва Розрахункові дані для порівняння з 2018 роком зведені в (табл. 4.2)

#### 4.2 Розрахунок економічної ефективності

В даному дипломному проекті прогнозується для збільшення обсягу виробництва металопрокату за рахунок зменшення ваги металу на п/м через підвищення точності кінцевого виробу та зменшення простою обладнання за рахунок підвищення його надійності.

Продуктивність стану за прогнозними показниками на 2020 рік складе в середньому 344,67 тон за годину.

Передбачаємо що скорочення простоїв стану пов'язаних з проведенням поточних ремонтів у 2020 році складе 24 години. Прогнозована вартість однієї тони прокату в 2020 році складає 17896,04 грн

Отже додатковий прибуток від можливого збільшення обсягів виробництва складе

$$E_p = T_{np} \cdot P_{cm} \cdot (C - C) = 24 \cdot 344,67 \cdot (17896,04 - 15987,30) = 15760704 \text{ грн}$$

де  $T_{np}$  – зменшення простоїв обладнання;

$P_{cm}$  – годинна продуктивність стану.

$C$  – очікувана вартість 1 тони прокату на ринку 2020 році;

$C$  – собівартість 1 тони листового прокату

Орієнтована вартість кліті становить 7770000 грн. Таким чином якщо врахувати тільки додатковий прибуток від збільшення обсягів виробництва за рахунок додаткової роботи стану на 24 години на рік термін окупності витрат на обладнання.

$$T_{ок} = \frac{C_{лпм}}{E_p} = \frac{7700000}{15760704} = 0,5 \text{ року}$$

де  $C_{лпм}$  грн - вартість кліті.

## 5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Безпечні умові праці при виконанні монтажних та інших робіт[8]

Стропування вантажів доручається тільки атестованим стропальникам. Якщо кран обслуговується декількома стропальниками, один з них призначається старшим.

Перед початком роботи стропальнику видаються креслення з графічним зображенням способів стропування вантажів. Керівник об'єкта, ділянки, цеху зобов'язаний вказувати стропувальником місце і порядок укладання вантажів. У робочого місця стропальника повинні бути повішені схема сигналів, що застосовуються при обслуговуванні вантажопідіймальних кранів, і списки вантажів, часто зустрічаються на даному об'єкті

Виробляти стропування і транспортування вантажів дозволяється тільки справними вантажозахоплювальними засобами, що мають клейма, бирки або написи з позначенням номера і дати випробування. Стропи повинні підбиратися такої довжини, щоб кут між гілками при натягу не перевищував  $90^\circ$ .

Стропування великих по довжині вантажів проводиться в двох або декількох місцях. Піднімати вантаж слід в два етапи: спочатку на висоту 200-300 мм, попередньо перевіривши натяг стропів, надійність кріплення петель на вантаж, стійкість крана і дію гальм, а потім на повну висоту.

Безпечне обслуговування клітей прокатних станів, їх допоміжного обладнання та пристроїв досягається при дотриманні певних умов. Всі частини табору і їх обладнання повинні бути розташовані так, щоб був безпечний доступ для огляду і ремонту їх, а під час роботи повністю виключалася б можливість зіткнення робітника з обертовими частинами обладнання. Все знову споруджуються і існуючі на деяких заводах нереверсивні прокатні стани, крім головної сполучної муфти, забезпечені розчіпний муфтою, що дає можливість при нещасних випадках з людьми, при аваріях, а також при необхідності дрібних виправлень швидко відключити стан від двигуна

При експлуатації прокатних станів можливі наступні види травм: загарбання частин одягу і кінцівок робочого валками або обертовими шпинделями і сполучними муфтами, опіки, а також удари відлітають осколками металу, що

прокочується і окалини. Травматизм в прокатних цехах відбувається головним чином на станах старого типу, де прокатка металу здійснюється із застосуванням ручної праці. Тому для ліквідації травматизму при прокатці металу необхідно максимально механізувати і автоматизувати процес прокатки і перш за все завдання металу й валки, а також здійснювати заміну старих станів сучасними.

Щоб уникнути травмування робітників обертовими муфтами і шпинделями все сполучні шпинделі, муфти та корінні вали прокатних станів огорожувальні з боків грат частими або суцільними щитами або кожухами, а на сортових і дровових станах муфти і корінні вали захищають ще й зверху.

На високошвидкісних станах, де виникає небезпека розриву з'єднувальних муфт, запобіжні кожухи повинні бути дуже міцними, щоб витримувати удари шматків розірвалися муфт. Огорожа сполучних шпинделів є обов'язковим для всіх прокатних станів, крім блюмінгів і слябінгів, у яких відстань між шпинделями забезпечує безпеку їх обслуговування. Шпинделі цих станів зазвичай захищають міцним бар'єром і влаштовують майданчики з поручнями для обслуговування. Іноді в прокатних цехах спостерігаються травми через неправильне кріплення розпірок муфт дротом, коли стирчать кінці дроту захоплюють одяг робітників під час роботи поблизу сполучних шпинделів. Тому кріплення розпірок необхідно проводити не дротом, а спеціальними хомутами

При ручному регулюванні розчину валків натискними гвинтами пристрої для управління (штурвал) розташовують в безпечному місці - на зовнішньої торцевої стороні клітей послідовних і безперервних станів і на передній стороні клітей станів лінійного типу.

Для управління натискними гвинтами застосовують штурвали, так як важелі можуть викликати удари робочих при втраті само-зупинення.

Якщо прокатка металу супроводжується зміною розчину між валками, управління наживними гвинтами має бути електрифіковано.

Осьова настройка валків при розташуванні болтів з торцевої сторони клітей лінійних станів вимагає особливих запобіжних заходів, так як поблизу шпинделів створюються вельми небезпечні умови під час регулювання.

Розрив запобіжних склянок прокатних станів викликає небезпеку травмування робітників осколками, тому склянки захищають захисними сталевими кільцями. Висота кілець повинна бути не менше ніж в 1,5 рази більше висоти запобіжного склянки.

Вільні кінці прокатних валків (трефи) в крайніх клітках ліній стану закривають знімними чохлами або ковпаками, щоб уникнути травмування робітників.

Між прокатними станами і приміщеннями для двигунів повинна бути обладнана надійно діє звукова або світлова сигналізація. Пуск в хід і зупинка двигуна виробляються лише після отримання відповідного сигналу з табору, причому про пуск двигуна подається строго встановлений сигнал, ясно чутний на всіх робочих місцях. Встановлені сигнали у всіх випадках, крім аварійних, повинні подаватися тільки старшими робітниками, які несуть відповідальність за подаються сигнали.

До подачі сигналу про пуск стана майстер або старший вальцювальник зобов'язаний перевірити справність стана і всіх його огорожувальних і запобіжних пристроїв і з'ясувати, чи немає робочого поблизу обертових частин стану. Тільки після перевірки стану і видалення людей з небезпечних місць може бути дано сигнал про пуск двигунів.

При обертанні валків за допомогою електричних двигунів на робочих місцях стана повинні бути влаштовані аварійні вимикачі.

Для переходу людей через головний сполучний вал кожної лінії прокатних станів влаштовують перехідні містки, захищені від попадання гарячого металу суцільними бар'єрами. На безперервних станах замість окремих містків через сполучні вали кожної клітки влаштовують один суцільний місток вздовж усіх клітей зі спусками до кожної з них

Перехідні містки влаштовують також перед другою чорновий кліткою, між чорновими клітками, між групами клітей після останньої чистової клітки. Пристрій містків повинно відповідати вимогам Правил безпеки в прокатному виробництві. Якщо виникає небезпека вигину гуркотів вгору або в сторону, перехідні містки необхідно постачати з боку гуркоту міцним запобіжним щитом з листового металу висотою не менше 1,8 м.

Якщо між окремими клітками безперервних сортових станів відсутні столи з направляючими жолобами, то між клітками повинні бути встановлені надійні огороження, що виключають можливість проходження людей.

Для запобігання виходу гуркотів у бік прокатне поле на сортових станах лінійного типу захищається міцними суцільними бортами з нахилом в сторону гуркоту.

Виправлення валкової арматури та інших деталей кліті на ходу небезпечно і неприпустимо. При обертанні валків перевіряти калібри і зазори між валками можна тільки в напрямку, протилежному захоплення, під час перерв в процесі прокатки, обов'язково користуючись спеціальними пристосуваннями з довгими ручками.

Операція по контролю розмірів прокату вручну в процесі прокатки надзвичайно небезпечна, тому необхідно впроваджувати дистанційний контроль.

Для безпечного доступу до механізмів великих і середніх клітей прокатних станів слід влаштовувати площадки з драбинами і поручнями. При обслуговуванні невеликих клітей застосовують тимчасові площадки і сходи.

Регулювання валків безперервних станів зазвичай проводиться з зовнішньої сторони клітей.

Доступ до кліті повинен бути безпечним і зручним.

На станах лінійного типу настил підлоги в місцях прокатки і прибирання металу від стану влаштовують з гладких металевих плит, щоб уникнути застрягання кінця розкату і освіти петлі в щілинах на стиках плит, нещільно прилеглих одна до одної.

Підлога на робочих місцях вальцювальників виконують з рифлених плит або з металевих плит, що мають точкову наварку.

Для забезпечення безпечного пересування людей по цеху передбачаються спеціальні проходи, надійно захищені від рухомих гуркотів. Для проходів поперек прольотів через рольганги, стелажі і холодильники влаштовують перехідні містки, захищені від ударів гуркотом і тепловипромінювання. У великих цехах влаштовують поперечні тунелі з виходами до окремих станів і до санітарно-побутових приміщень цеху.

Підлоги необхідно систематично очищати від пилу, окалини і пролитого масла. Запасну валковий арматуру, валки і інше прокатне обладнання необхідно акуратно складувати на стелажі в відведених місцях цеху

Важливим фактором оздоровлення умов праці в прокатному виробництві є зниження виробничого шуму і вібрації. Збільшення інтенсивності виробництва швидкостей прокатки в значній мірі підсилює виробничий шум в прокатних цехах. Виробничий шум різної інтенсивності і спектру (частоти), які тривалий час впливаючи на працюючих, призводить до зниження гостроти слуху, а іноді і до розвитку професійної глухоти у робітників.

Вібрація сприймається робочими лише при безпосередньому зіткненні з вібруючим обладнанням. Частота вібрації, як і частота звуку, вимірюється в герцах, сила - в кілограмометрах, а амплітуда коливань - в міліметрах. Залежно від того, на які частини тіла людини поширюється струс, розрізняють, місцеву та загальну вібрацію.

Розвиток вібраційної хвороби та інших несприятливих явищ залежить в основному від частоти вібрації і амплітуди коливань: чим вище частота вібрації і чим більше амплітуда коливань, тим більшу небезпеку становить вібрація щодо термінів розвитку і тяжкості вібраційної хвороби.

Для зменшення шуму в джерелі його утворення необхідно по можливості замінювати ударні взаємодії деталей ненаголошеними, зворотно-поступальні рухи - обертальними, демпфівальними вібрацію і окремих вузлів агрегату шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя: гумою, пробкою, бітумом, бітумними картонами, повстю, азбестом і ін.

Інтенсивність вібрацій деталей агрегатів, що мають великі випромінюють шум поверхні (корпусу агрегатів, кожухів, кришок і тд), Слід зменшувати шляхом:

- облицювання цих поверхонь або заповнення спеціально передбачених в них повітряних порожнин;
- пристрою гнучких зв'язків (пружних прокладок, пружин) між цими деталями і вузлами агрегату, що викликають вібрації;
- заміни металевих деталей деталями з пластмас або інших незвучних матеріалів;
- передбачено мінімальних допусків при виготовленні і збірці деталей агрегату для зменшення зазорів в з'єднаннях деталей і тим самим зменшення енергії зіткнень;
- широкого впровадження мастила деталей в'язкими рідинами і приміщення в рідинні масляні та інші ванни вібруючих і видають шум деталей (шестерних редукторів і т. п.);
- заміни підшипників кочення підшипниками ковзання в випадках, коли переважаючим шумом є шум підшипників;
- укладення в ізолюючі кожухи галасливих вузлів агрегату (шестерних редукторів, ланцюгових, ремінних і інших передач



Агрегати, що створюють сильний шум внаслідок вихреобрання або вихлопу повітря або газу, вентилятори, повітродувки, пневматичні інструменти і машини необхідно забезпечувати спеціальними глушниками.

Душові за проектом розміщені в приміщеннях, суміжних з вбиральнями. Також, частина умивальників (15% розрахункової кількості) розташована на вільних ділянках виробничих площ поблизу робочих місць.

Для забезпечення питною водою у виробничих будівлях встановлені фонтанчики, які розміщені в проходах виробничих приміщень. Температура води не повинна виходити за межі 8...20°C і бути придатною для вживання безпосередньо. Для поліпшення температурно-питного режиму в цеху облаштовано декілька сатураторних пунктів приготування газованої питної води, а в літній період ємність із квасом. Фонтанчики розміщені так, щоб відстань від робочих місць не перевищувала 75 метрів. Так само в цеху поблизу робочих місць обладнані санітарні пости, укомплектовані аптечками, медикаментами і іншими засобами для надання першої лікарської допомоги. Приймання їжі дозволено тільки в їдальнях, а на робочих місцях строго забороняється.

Убиральні розміщені так, щоб відстань від них до робочих місць не перевищувала 75 метрів. Матеріал для спецодягу повинен бути незаймистим, стійким до дії теплового випромінювання, міцним, м'яким, повітропроникним як в сухому, так і у вологому стані (для поліпшення повітрообміну тіла працюючого з навколишнім середовищем), волого вбиральним.

Костюм для робочих гарячих цехів складається з двобортної широкого крою куртки і штанів. Куртку не слід заправляти в штани, а штани – в чоботи. Типи спецодягу різні. В одних з них використовується захисна функція повітряного прошарку, для чого куртку виготовляють з двох шарів матерії з повітряним прошарком між ними. В іншому типі костюмів використовується віддзеркалення проміння поверхнею костюма.

Спецодяг робочих гарячих цехів виготовляють з сукна, брезенту або льняних тканин. Застосовують також зміцнені тканини з синтетичного волокна, хімічно оброблені, з металевим покриттям. За наявності небезпечної дії полум'я і іскри застосовують спецодяг з металізованої або скляної тканини з вогнетривким просоченням. Для захисту голови від перегріву і опіку застосовують капелюхи з широкими полями з повсті, фетру і грубововняного сукна. Для захисту ніг застосовують спеціальне взуття, матеріал взуття повинен бути стійким до підвищеної температури, опромінювання, іскри і повітропроникним. Взуття по-

винне легко зніматися з ноги і мати застібки (але не шнурки). Передню частину взуття роблять глухою; в неї вставляють додаткову прокладку з еластичного поропласту або декількох шарів бавовняної тканини або матеріалу теплоізоляції; в іншій частині взуття підкладка бавовняна. Взуття повинне мати підошву хромового дублення.

Для захисту рук застосовують брезентові рукавиці. Для захисту очей від дії енергії випромінювання використовують окуляри з світлофільтрами. Світлофільтр підбирають із спектральною характеристикою, яка відповідає спектральному діапазону потоку випромінювання, для захисту від якого призначені окуляри. Поширеним способом захисту від опромінювання є екранування. За принципом теплової дії розрізняють екрани: віддзеркалення, поглинання і тепловідведення. Екрани застосовують як для екранування джерел випромінювання, так і для огорожі робочих місць від дії випромінювання. Розміщення екранів на деякій відстані від стінок сприяє природній вентиляції простору між джерелом випромінювання і екраном і, таким чином, охолодженню поверхні екрану. Температура зовнішньої поверхні екрану повинна бути найближчою до температури навколишнього повітря і не більше 30...32°C; при цьому конвекційний нагрів повітря приміщення від поверхні екрану буде як найменшим. Для пристрою екранів віддзеркалення використовують матеріали з невеликим ступенем чорноти: алюміній полірований, алюмінієву фольгу, білу жість, оцинковане залізо.

Для захисту від направлених ультразвукових хвиль застосовують непрозорі і прозорі екрани. При використуванні екранів, а також у ряді інших випадків рекомендується дистанційне керування. Контактний вплив повинний бути зовсім виключений. Для захисту органів слуху застосовують зовнішні і внутрішні проти шуми (антифони). Зовнішні протишуми (шумозахисні навушники) які прикривають вушну раковину. Внутрішні протишуми (заглушки, вкладиші) вставляють в зовнішній слуховий прохід, вони суцільні, з каналом і з мембраною, типу повітряних фільтрів. По роду матеріалу внутрішні проти шуми м'які і тверді. Перші виготовляють з губки, вати, марлі тощо; другі – з пластмас, ебоніту, гуми.

Ступінь ослаблення шуму залежить від конструкції проти шуму і частоти. Заглушки ослабляють шум на 5...7 дБ на частотах до 500 Гц і на 15 дБ на частотах більше 3000 Гц.

Призначення засобів захисту органів дихання полягає в тому, щоб не допустити прямого попадання забрудненого повітря або газу в дихальні шляхи людини. Для захисту органів дихання застосовують прилади, які поділяються на два види: ізолюючі і фільтруючі. Ізолюючі прилади застосовуються при високій концентрації шкідливих домішок в повітрі і в випадках, коли склад забруднюючих повітря домішок невідомий. До ізолюючим приладів відносяться шлангові зважених і нагнітальні протигази і кисневі прилади. Шлангові протигази обох типів застосовуються при виконанні робіт в нагрівальних колодязях прокатних цехів.

До фільтруючим приладів відносяться протипилові респіратори, протигази, з коробками різних типів і марок. Застосовуються ці прилади в тому випадку, якщо в повітрі не менше 16% кисню і фільтр може забезпечити достатню очищення повітря, що поступає в дихальні шляхи. респіратори клапанного типу складаються з лицьової частини і фільтруючого пристрою. Лицьова частина має вигляд напівмаски, щільно прилягає до обличчя. Для збільшення фільтруючого ефекту респіратора і зниження опору диханню фільтр роблять складчастим з великою поверхнею.

Респіратор з ватним фільтром, поміщеним зверху сітки, недостатньо ефективний, так як має великий опір диханню, особливо при великих концентраціях пилу та пилу високої дисперсності.

Респіратор РН-119 з фетровим фільтром при високих концентраціях пилу і при невеликому опорі диханню показав хороші результати. Крім того респіратори з паперовими фільтрами-складчасті Ф-46, ПРБ-1 і плоскі РН-21 - мають також невеликим опором диханню, мають високу ефективність захисту і можуть бути використані при високих концентраціях запиленості.

У всіх типах респіраторів фільтри змінюваність. При скрутному диханні фільтри необхідно замінювати. В умовах дуже запиленого повітря фільтр потрібно часто чистити, відсмоктувати пил і сушити.

Фільтруючі протигази служать для захисту органів дихання від шкідливих парів і газів. Вони складаються з лицьової частини (маски або напівмаски) і фільтрує коробки, наповненою сорбентами для очищення повітря, що видихається. Як поглиначі застосовуються активізація вугілля, силікагель, хемосорбентом - поглиначі. Залежно від захищає середовища застосовують різні протигази.

В умовах особливо високої запиленості користуються шоломами з подачею повітря в підшоломний простір

## 5.2 Пожежна безпека

Охорона праці і пожежна безпека промислових підприємств - важливий комплекс заходів, що забезпечує збереження здоров'я працівників промисловості. Подібні правила розробляються і затверджуються спеціальними комісіями, діяльність яких спрямована на запобігання нещасним випадкам на робочих місцях.

Трудовий кодекс - особливий збірник правил безпеки. Працівник повинен засвоїти їх, щоб точно знати всі вимоги до своєї праці і мінімізувати шанс нещасного випадку, так як більшість аварій відбувається саме через незнання.

Розробка, а також активне впровадження відповідно до затверджених документами системи управління з пожежної безпеки. Перший і основний крок в організації належної пожежної безпеки праці робітників. Начальник підприємства і група обраних осіб розробляють правила, а потім навчають співробітників основним вимогам: по використанню промислового обладнання, опалювальної та вентиляційної системи, за змістом службових приміщень і кімнат, зі зберігання матеріалів та інвентарю, по належному утриманню електромереж і електроприладів, по спільним організованим діям під час загоряння.

Контролювання аварійності обладнання і приміщень на підприємстві. Перевірка обладнання, електромережі, цехів і кабінетів віддається обраним керівником підприємства відповідальним особам, що стежать за всім цим в довіреному їм відділенні. При виникненні небезпеки загоряння вся відповідальність лягає на начальника. Керівник підприємства також зобов'язаний скласти інструкцію відповідальним за пожежну безпеку охорони праці.

Забезпечення і гарантія захисту від нещасних випадків при роботі з технікою, експлуатації механізмів і приміщень. У цю частину комплексу входить обов'язкове дотримання всіх правил нормативних документів по використанню всіх механізмів (немеханізованих і автоматичних), конвеєрів, по правильному користуванню підйомниками і подібними можливо небезпечними механізмами, по використанню електромереж і щитків, з підтримки в порядку приміщень.

Оснащення організації засобами гасіння вогню і попередження загорянь, регулярна їх заміна. Для того, щоб не допустити великих жертв і збитків, на кожному підприємстві відповідно до закону повинні бути особливі пожежні звукові системи оповіщення, що реагують на дим, а також газові вогнегасники.

Бажано на кожному поверсі мати один-два щита з протипожежним інвентарем (пожежний рукав, сокиру і відро).

Складання річного плану і збір фінансів для забезпечення безпеки від загорянь. Одне з головних умов успішної пожежної охорони праці - складання плану безпеки на майбутній рік. Виходячи із затвердженого розпорядку адміністрація готує бюджет фінансів, частина коштів якого буде витрачена на пожежну охорону.

Навчання правилам пожежної безпеки співробітників підприємства. Включає в себе проведення кількох інструктажів, різних за рівнем (вступний, початковий, цільовий). Зачитування лекцій про безпечну поведінку під час пожежі. Проведення занять, відпрацювання можливих ситуацій при загорянні.

регулярна перевірка стану електромережі. Підтримка електробезпеки необхідно не тільки для захисту працівників від ураження електричним струмом, а й для запобігання випадкам виникнення пожежі в результаті замикання. За статистикою, більше половини всіх пожеж в виробничих відвідини відбувається в результаті порушень електробезпеки. Для створення необхідних умов діяльності необхідно провести кілька важливих заходів.

Фахівцями повинні регулярно проводитися вимірювання напруги в установках, перевірка заземлення, у разі аварійності кабелів і проводів - заміни їх на нові. Всі що надходять на роботу проходять інструктаж з пожежної безпеки, а в цеху знайомляться з пожежним інвентарем і його місцезнаходженням. Необхідно пам'ятати про те, що будь-яку пожежу легше попередити, ніж загасити. Захаращувати і закривати пожежні проїзди і проходи до пожежного інвентарю, обладнання та пожежних кранів забороняється. Курити в цехах і на території підприємства категорично забороняється, так як поблизу можуть знаходитися легко займисті матеріали. Палити дозволяється тільки в спеціально відведених місцях, позначених написом «Місце для куріння».

Забороняється кидати на підлогу в цехах паперу, картон, про масляні кінці і ганчірки. Їх слід прибирати в спеціальні металеві ящики для відходів і до кінця робочої зміни видаляти з цеху. Не можна обгортати електролампи папером або матерією, вішати на вимикачі і електропроводи одяг, забивати цвяхи між проводами; замінювати перегорілі запобіжники шматками дроту.

При роботі з вогненебезпечними матеріалами необхідно дотримуватися протипожежні вимоги і мати на робочому місці для гасіння пожежі пісок, воду,

вогнегасники і т. П. Засоби вогнегасіння застосовувати відповідно до інструкцій в залежності від характеру палаючої речовини.

Кожен працівник при пожежі або загорянні зобов'язаний негайно повідомити про це в пожежну охорону і приступити до гасіння вогнища пожежі наявними в цеху, на складі або робочому місці засобами пожежогасіння (вогнегасником, піском і т. П.) і викликати до місця пожежі начальника цеху, зміни, ділянки або іншу посадову особу.

При виникненні пожежі треба організувати порятунок людей, використовуючи для цього наявні кошти: при необхідності викликати рятувальну медичну та інші служби; припинити всі роботи, не пов'язані з заходами щодо ліквідації пожежі: забезпечити захист людей, які беруть участь в гасінні пожежі, від можливих обвалів конструкцій, уражень електричним струмом, отруєнь, опіків.

Після прибуття підрозділів пожежної охорони представник адміністрації підприємства, який керував гасінням пожежі, зобов'язаний повідомити начальнику підрозділу пожежної охорони необхідні відомості про вогнище пожежі; заходи, вжиті за його ліквідації, а також про наявність в приміщеннях людей, зайнятих ліквідацією пожежі.

Велике значення в попередженні пожеж і своєчасному їх гасінні грають добровільні пожежні дружини, які створюються з числа працюючих на підприємстві. Члени пожежних дружин проходять навчання прийомом гасіння пожеж первинними засобами пожежогасіння. Організація добровільних дружин, керівництво їх діяльністю, проведення масово-роз'яснювальної роботи покладаються на керівників цехів, дільниць підприємства.

Особовий склад добровільних пожежних дружин застраховує за рахунок підприємства на випадок каліцтва або втрати працездатності при ліквідації пожежі або аварії.

На підприємствах організуються пожежної технічної комісії, очолювані головним інженером. Ці комісії розробляють заходи щодо забезпечення пожежної безпеки на об'єктах, проводять профілактичну роботу щодо зниження пожежної небезпеки, залучаючи до неї робітників, службовців і ІТП підприємства

## ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблені заходи щодо удосконалення конструкції кліті 730ПН, а також заходи по монтажу, ремонту, змащенню та організації технічного обслуговування обладнання, висвітлені питання техніки безпеки та охорони праці.

1. Враховуючи досвід експлуатації відзначається підвищений знос кліті що призводить до додаткового навантаження та призводить до деформації.

2. Для збільшення обсягу виробництва металопрокату за рахунок зменшення ваги металу на погонний метр через підвищення точності кінцевого виробу та зменшення простою обладнання за рахунок підвищення його надійності

3. Під час монтажних робіт кліті 730ПН було прийнято використовувати 2 стропи ТЛК-0 6х37 (1+6+15+15)+1 о.с ГОСТ 3079-80 (діаметр канату 43 мм; маркувальна група  $\sigma_b = 1960$  МПа), а для закріплення кліті на фундамент були прийняті глухі фундаментні болт з конічним кінцем, що встановлюються в готові фундамент М72×6 ( $F = 32,23$  см<sup>2</sup>).

4. Пропоновані заходи дозволять отримати додатковий прибуток придбання нової кліті та отримати додатковий прибуток у розмірі 15760704 грн, а термін окупності вкладень складе 0,5 року.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Машины и агрегаты металлургических заводов : учебник для вузов / А. И. Целиков, П. И. Полухин, В. М. Гребеник и др. – М. : Металлургия, 1988 – . – Т. 3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката – 1988 – 678 с.
2. Королев А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов: Учеб. пособие для ВУЗов. – 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Металлургия, 1985. – 376 с.
3. Пат. 29556 Україна, МПК В21В13/10. Прокатна кліть / Федосов Володимир Гарольдович, Хацкелян, Ігор Павлович, Остапенко Георгій Леонідович, Алексієнко Георгій Якович; заявник і патентовласник дочірнє підприємство «Нексус – Виробничо-комерційна компанія». – №99126933; заявл. 20.12.1999; опубл. 15.11.2000, Бюл. №6.
4. Пат.14319 Попереднє напружена кліть/ Малакуцко Костянтин Андрійович; опуб.25.04.1997
5. Пат.58890 Україна МПК В21В1/02 Дуореверсивна прокатна кліть Чумакова/ Чумаков Володимир Петрович заявник і патентовласник Чумаков Володимир Петрович №201012294 заявл.18.10.2010 опубл.26.04.2011 Бюл.№8
6. Пат.26210 Прокатна кліть /МПК В21В31/00 Арменат Юрген, БРАУН Мартін, Резе Хайнріх;опуб.19.07.1999
7. Седуш В.Я. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин Киев, Вища школа, 1976. — 228 с
8. Бринза В. Н. Охрана труда в черной металлургии / В. Н. Бринза, М. М.Зиньковский. – М. : Металлургия, 1982. – 336 с.



## ДОДАТКИ