

РЕФЕРАТ

Даний дипломний проект присвячено розробленню заходів в умовах стану 600 щодо можливості збільшення перетину оброблюваних блюмів до 350x350 мм з метою зменшення собівартості прокату за рахунок підвищення якості готового прокату та збільшення об'єму виробництва орієнтовно на п'ять відсотків.

У спеціальній частині приведений короткий опис стана 600, його технічна характеристика та склад обладнання, запропоновані заходи проекту, проведено патентний огляд існуючих конструкцій вертикальних клітей, описано призначення та пристрій пропонованої вертикальної кліті, виконані енергосилові розрахунки та елементів конструкції кліті.

У розділі «Монтаж, ремонт і змашування обладнання» описані технології розбирання, складання та монтажу вертикальної кліті, обраний спосіб кріплення плитовин на фундамент, розраховані стропи для підйому елементів конструкції кліті та фундаментні болти, розроблено схему геодезичного обґрунтування монтажу, приведені вимоги щодо змашенні вузлів кліті.

В частині «Організація технічного обслуговування і ремонтів» наданий опис системи організації ремонтних робіт в прокатному цеху, ланування ремонтів кранового устаткування, обґрунтовано штат і систему оплати праці ремонтної бригади чергових слюсарів.

В частині «Економічне обґрунтування інженерних розробок» розраховано виробничу програму цеху та визначений термін окупності та середня річна ефективність від запропонованих заходів проекту.

У розділі «Техніка безпеки та охорона праці» зроблений аналіз потенційних небезпек і шкідливих чинників у сортопрокатному цеху, запропоновані заходи щодо підвищення рівня охорони праці та пожежної безпеки.

Дипломний проект складається з графічної частини і пояснювальної записки. Графічна частина містить 3 креслення загальним об'ємом 5,5 аркушів формату А1, котрі разом зі специфікаціями представлені в додатках до пояснювальної записки на 8 сторінках формату А4. Пояснювальна записка містить 86 сторінок формату А4, у тому числі рисунків – 25, таблиць – 6, перелік посилань – 13.

Ключові слова: кліть вертикальна, валок, редуктор, шпindelь.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ	5
ВСТУП	7
1 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 НАПІВБЕЗПЕРЕРВНИЙ КРУПНОСОРТНИЙ СТАН 600	8
1.1.1 Технічна характеристика	8
1.1.2 Склад основного технологічного обладнання	9
1.2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПРОЕКТУ	11
1.3 ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД	12
1.4 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ПРИСТРІЙ ВЕРТИКАЛЬНОЇ КЛІТІ 2В	25
1.4.1 Призначення і область застосування	25
1.4.2 Основні складові частини	28
1.4.3 Технічний опис	28
1.4.4 Механізм підйому касети	30
1.4.5 Редуктор головного приводу	30
1.4.6 Пристрій шпинделя.	31
1.4.7 Майданчики кліті	32
1.4.1 Повітропроводи	33
1.5 РОЗРАХУНКИ	33
1.5.1 Вибір двигуна	33
1.5.2 Розрахунок зубчатих передач редуктора головного приводу.	34
1.5.3 Розрахунок валка на міцність	40
2 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ	43
2.1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗБИРАННЯ МАШИНИ	43
2.2 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР КАНАТУ ДЛЯ СТРОПІВ	44
2.2.1 Конструкція та призначення стропів	44
2.2.2 Розрахунок стропів для транспортування рами рольганга	47
2.3 РОЗРОБКА ГЕОДЕЗИЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ МОНТАЖУ РОЛЬГАНГА-ХОЛОДИЛЬНИКА	48
2.3.1 Вибір способу кріплення машини	48
2.3.2 Розрахунок фундаментних болтів	49

	4
2.3.3 Розробка схеми геодезичного обґрунтування монтажу	54
2.4 Порядок збирання, монтажу та вивіряння машини	56
2.5 Змазування установки вертикальної кліті	62
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ	66
3.1 СИСТЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТНИХ РОБІТ В ПРОКАТНОМУ ЦЕХУ	66
3.2 ПЛАНУВАННЯ РЕМОНТІВ КРАНОВОГО УСТАТКУВАННЯ	68
3.3 ШТАТ І СИСТЕМА ОПЛАТИ ПРАЦІ РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛУ	70
4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК	72
4.1 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ СОРТОПРОКАТНОГО ЦЕХУ НА РІК	72
4.2 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	74
5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	76
5.1 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ	76
6.2 ЗАХОДИ ЩОДО ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ	80
6.3 ЗАХОДИ ЩОДО ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ	82
ВИСНОВКИ	84
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	85
ДОДАТКИ	87

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

$M_{пр}$ – момент прокатки;

P – зусилля прокатки найбільше;

ω – кутова швидкість обертання валків, найбільша;

μ_n – коефіцієнт тертя в підшипнику ;

D – зовнішній діаметр підшипника валка;

d – внутрішній діаметр підшипника валка;

u – передавальне число редуктора головного приводу;

η_{zn} – коефіцієнт корисної дії (ккд) зубчатої передачі;

η_{yui} – ккд пристрою шпинделя;

k – число ступенів редуктора.

M_{mp} – момент додаткових сил тертя, що виникає при проході металу

між валками в підшипниках валків;

M – момент необхідний для приводу валків прокатного стану;

η – ккд приводу валків;

$N_{дв}$ – потужність двигуна;

n – число оборотів двигуна;

M_n – пусковий момент на валу двигуна;

$u_1; u_2; u_3$ – передаточні числа по ступенях редуктора;

u_c – передаточне число синхронізуючої передачі;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ – кутова швидкість на валах редуктора

M_1, M_2, M_3, M_4 – обертаючі моменти на валах редуктора:

G_{Ylimk} – межа контактної витривалості при базовому числі циклів;

K_{HL} – коефіцієнт довговічності при тривалій експлуатації редуктора;

G_{H1}, G_{H2} – контактна напруга, що допускається, для шестерні і колеса;

$K_{H\beta}$ – коефіцієнт навантаження;

Ψ_{ha} – коефіцієнт ширини вінця по міжосьовій відстані;

a_u – міжосьова відстань;

m_n – нормальний модуль зачеплення;

β – кут нахилу зубів;

Z_1, Z_2 – числа зубів шестерні і колеса;

d_{11}, d_{12} – ділильні діаметри шестерні і колеса;

d_{a1}, d_{a2} – діаметри вершин зубів шестерні і колеса;

b_{11}, b_{12} – ширина шестерні і колеса;

ψ_{bd} – коефіцієнт ширини шестерні по діаметру;

V – окружна швидкість коліс;

K_H – коефіцієнт навантаження;

F_{O1} – окружна сила, що діє в зачепленні;

F_{R1} – радіальна сила, що діє в зачепленні;

F_{a1} – осьова сила, що діє в зачепленні;

Z_{V1}, Z_{V2} – еквівалентні числа зубів шестерні і колеса;

S_{1F} – коефіцієнт, що враховує нестабільність властивостей матеріалу;

S_{2F} – коефіцієнт, що враховує спосіб отримання заготовки;

S_F – коефіцієнт безпеки;

G_F – напруга, що допускається при розрахунку на витривалість для шестерні і колеса;

Y_β – коефіцієнт, що враховує підвищення міцності косих зубів в порівнянні з прямими;

ε_a – коефіцієнт торцевого перекриття;

K_{Fa} – коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубами;

M_{KP} – момент, що крутить, в шийці валка;

M_1 – момент згинаючий в бочці валка;

σ_1 – напруга вигину в бочці валка;

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 Напівбезперервний крупносортовий стан 600

1.1.1 Технічна характеристика

Стан 600 призначений для прокатки та механічної обробки сортового прокату та трубної заготовки з вуглеводистих сталей звичайної та підвищеної якості з тимчасовим опором в холодному стані до 80 кг/мм².

Прокатка вищевказаного сортаменту виконується з квадратних блюмів перетином 300x300 мм, довжиною від 5,5 до 6 метрів та вагою від 3,8 до 4,16 тони.

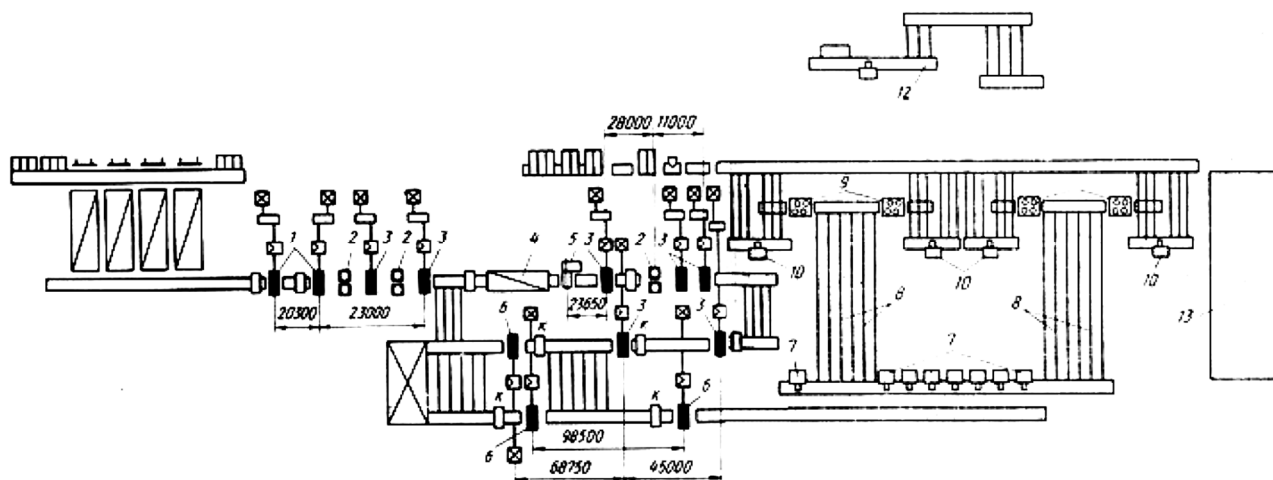
Технічна характеристика:

1. Розрахункова річна продуктивність стана	до 1,6 млн.
2. Сумарна потужність встановлених на стані електродвигунів 60000 кВт	
3. Сумарна потужність головних електродвигунів	36550 кВт
4. Кількість робочих клітей	15
серед них:	
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)
5. Максимальна швидкість виходу розкату з чистової кліті	10 м/с
6. Максимальна довжина розкату після виходу з чистової кліті	94 м
7. Довжина готового прокату	6-24 м
8. Кількість холодильників	4
9. Кількість ліній холодних відділів	4
10. Кількість ділянок дообробки прокату	1
11. Кількість ділянок обробки трубної заготовки	1
12. Кількість ділянок рейкообробки	1
13. Вага механічного обладнання стана	16545
14. Вага запасних частин	520 т
15. Вага змінних комплектів	1120 т

До складу обладнання стану 600 входять обладнання ділянок нагрівуючих печей, ділянка робочої лінії, ділянки пил гарячої різки, ділянки холодильників, ділянка холодної обробки, ділянки додаткової обробки прокату, ділянка обробки трубної заготовки, ділянка обробки рейок та інше.

1.1.2 Склад основного технологічного обладнання

Напівбезперервний крупносортний стан 600 [1] (рис. 1.1) містить сімнадцять робочих клітей – двовалкових з горизонтальними і вертикальними валками діаметром 850, 730 і 580 мм, котрі розташовані в трьох паралельних лініях, що сприяє гарній маневреності, технологічності при прокатці і скорочення простоїв стану. У першій лінії стану розташовані дві безперервні групи: перша з п'яти робочих клітей і друга з трьох. Решта робочих клітей розташовані послідовно.



1 – робочі лінії горизонтальних клітей 850 (1Г, 2Г); 2 – вертикальні кліті 730 (3В, 5В, 8В); 3 – робочі лінії горизонтальних клітей 730 (4Г, 6Г, 7Г, 9Г-12Г); 4 – підігрівальна піч; 5 – ножиці гарячого різання;

6 – робочі лінії горизонтальних клітей 580 (13Г, 16Г, 17Г); 7 – пили гарячого різання; 8 – холодильники; 9 – пересувні роликотправильні машини; 10 – пили холодного різання; 11 – правильний прес дільниці відділки прокату; 12 – дільниця довідділки прокату; 13 – дільниця довідділки трубної заготовки

Рисунок 1.1 – Схема розташування основного технологічного обладнання стану 600 [1]

Особливістю стану є застосування робочих клітей з вертикальними валками, які приводяться від чотирьох вертикально розташованих електродвигунів потужністю 300 кВт з частотою обертання 12,5-16,7 с⁻¹. Розроблена схема приводу забезпечує передачу потужності електродвигунів до кожного валку. Це сприяє поліпшенню експлуатаційних якостей і зменшення габаритів і маси робочої кліті.

Чистова робоча кліть 580 з горизонтальними валками має станини відкритого типу, але з жорсткими клиновими сполуками стоек і кришки, що забезпечують жорсткість, близьку до жорсткості станин закритого типу. Робочі валки обертаються в радіально-упорних підшипниках рідинного тертя. Урівноваження верхнього горизонтального валка здійснюється пружинами, вмонтованими в подушки нижнього валка. Натискний механізм верхнього валка з приводом від електродвигуна постійного струму створює зусилля на натискні гвинти, розраховане на піджим валка в процесі прокатки, і підтримує швидкість переміщення гвинтів, рівну 0,8 мм/с. Для установки нижнього валка застосовано натискний пристрій з ручним приводом.

Для кантування розкату профілю встановлений універсальний кантувач з кантувальною втулкою, що дозволяє здійснювати поворот розкату на будь-який кут в межах 90° як без зміщення, так і зі зміщенням його по ширині ролганга.

Система різання складається з 10 дискових пил і дозволяє поєднати в часі транспортування і різання, в результаті чого є можливим різання по одному розкату довжиною 96 м при ритмі різання, що дорівнює 12 с.

На крупносортовому стані 600 передбачені три окремих ділянки: довідділки сортового прокату на правильному пресі і пилі холодного різання; обробки рейок; обробки круглого прокату. Цей стан є поєднанням двох станів: заготовочного і сортового.

Заготовочний стан, що складається з шести клітей, має окремо встановлену першу кліть, а решта п'ять клітей складають безперервну групу. Таке розташування першої кліті забезпечує вільний вихід розкату і його кантування перед завданням в наступну безперервну п'ятиклітьову групу заготовочного стану. Верхня горизонтальна грань переходить в бічну вертикальну і, таким чином, в процесі прокатки від неї вільно відділяється окалина.

Подальша прокатка на сортовому стані заготовки необхідних розмірів, отриманої після заготовочного стану, вимагає підвищення температури. Для

цієї мети встановлена прохідна підігрівальні піч довжиною 107 м. Після підігрівальної печі розташована кліть з горизонтальним розташуванням валків. Це рішення пов'язане з наступними технологічними міркуваннями. В сортамент стану входить багато фасонних профілів, прокат яких вимагає розрізної заготовки (двотаврових балок, швелерів, рейок та ін.). Розрізну заготовку на заготівельному стані отримати не можна, оскільки він призначений тільки для зменшення перетину заготовки, що надходить. Більш того, для широкого сортаменту фасонних профілів потрібно і кілька розмірів розрізних заготовок. Ось чому технологічно необхідно відділення першої кліті: в ній отримують розрізну заготовку при вільному розширенні або в калібрах. В даному випадку важливо, щоб ця заготівля мала максимально необхідні розміри; це і забезпечується першою кліттю.

Далі встановлена трьохклітьова безперервна група; перша кліть з вертикальним розташуванням валків забезпечує максимальну технологічність стану в цілому. При отриманні розрізної заготовки будь-якої ширини, що виходить з першої кліті, необхідна ширина забезпечується бічним обтисканням вертикальними валками; утворюється відома універсальність стану. Розташування клітей на трьох паралельних лініях з розподілом клітей на кожній лінії і з'єднанням лінії шлеперами дозволяє раціонально використовувати основне устаткування.

1.2 Розробка заходів проекту

В умовах стану 600, як вказувалося раніше, прокатка сортаменту виконується з квадратних блюмів перетином 300x300 мм, довжиною від 5,5 до 6 метрів та вагою від 3,8 до 4,16 тони.

В рамках даного проекту розглядається можливість збільшення перетину блюмів до 350x350 мм з метою зменшення собівартості прокату за рахунок підвищення якості готового прокату та збільшення об'єму виробництва орієнтовно на п'ять відсотків.

За існуючих умов та фізичних і технологічних можливостей обладнання для вирішення цього завдання пропонується встановити додаткову вертикальну кліть 800 в першу безперервну групу клітей.

1.3 Патентний огляд

Відома вертикальна кліть прокатного стану [2], конструкція якої дозволяє скоротити її габарити по висоті і спростити її конструкцію. Це досягається тим, що у вертикальній кліті прокатного стану, що містить станину, касету з робочими валками і пристрій її вертикального переміщення, що складається з рухливої траверси і гвинтових приводів, траверса пристрою вертикального переміщення розташована під касетою і сполучена тягою з гвинтовими приводами, встановленими попарно з боку обслуговування і з протилежної сторони станини в її верхній частині причому тяга розташована з боків вікон станини за габаритами їх отворів.

Вертикальна кліть (рис. 1.2, 1.3) має станину 1, касету 2 з комплектом робочих валів 3, що приводяться в обертання універсальними шпинделями 4 від приводу (не показаний), розташованого у верхній частині станини, і пристрій вертикального переміщення касети, що складається з рухливої траверси 5 і спарених гвинтових приводів 6, розташованих з боку обслуговування кліті і з її протилежної сторони. Кожна пара приводів приводиться в обертання загальним електродвигуном 7. Гвинтові приводи тягою 8 сполучені з кінцями рухливої траверси. Для установки і витягання касети з кліті передбачені направляючі 9. Приводи 6 встановлені на спеціальних кронштейнах у верхній частині станини; причому відстань між осями гвинтів вибрана так, щоб тяга проходила з боків вікон станини за габаритами касети і не перешкоджала її встановленню або витяганню з кліті.

При розташуванні рухливої траверси під касетою досягається зменшення висоти вертикальної кліті, завдяки чому може бути також зменшена висота будівлі цеху. Спрощується конструкція і скорочується ширина рухливої траверси за рахунок виключення гідроциліндрів підйому шпинделів і бічних направляючих для катків касети, відпадає необхідність подовжньої фіксації траверси для компенсації зусиль, що виникають при переміщенні касети.

Завдяки тому, що тяга, що сполучає рухому траверсу з гвинтовими приводами, розташована з боків вікон станини, забезпечується вільний доступ для обслуговування, монтажу і демонтажу універсальних шпинделів і інших механізмів, розташованих в середині кліті.

Дана конструкція кліті дозволяє зменшити висоту кліті більш, ніж на 1000 мм, а масу на 8-10 т.

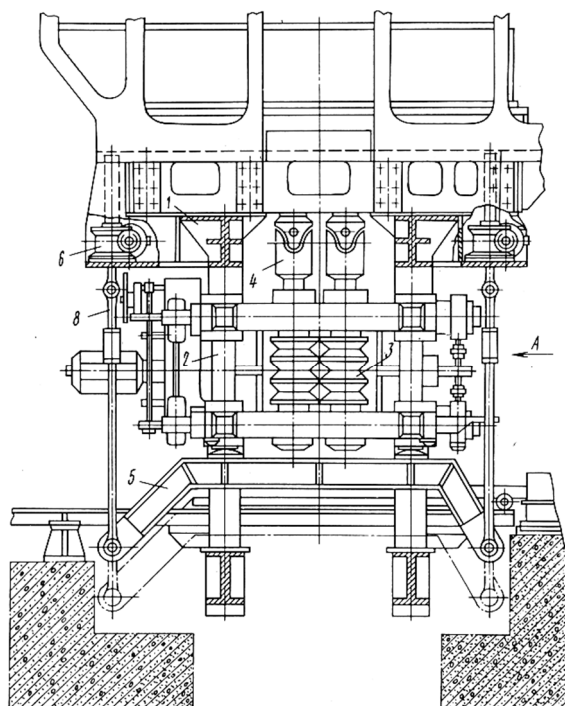


Рисунок 1.2

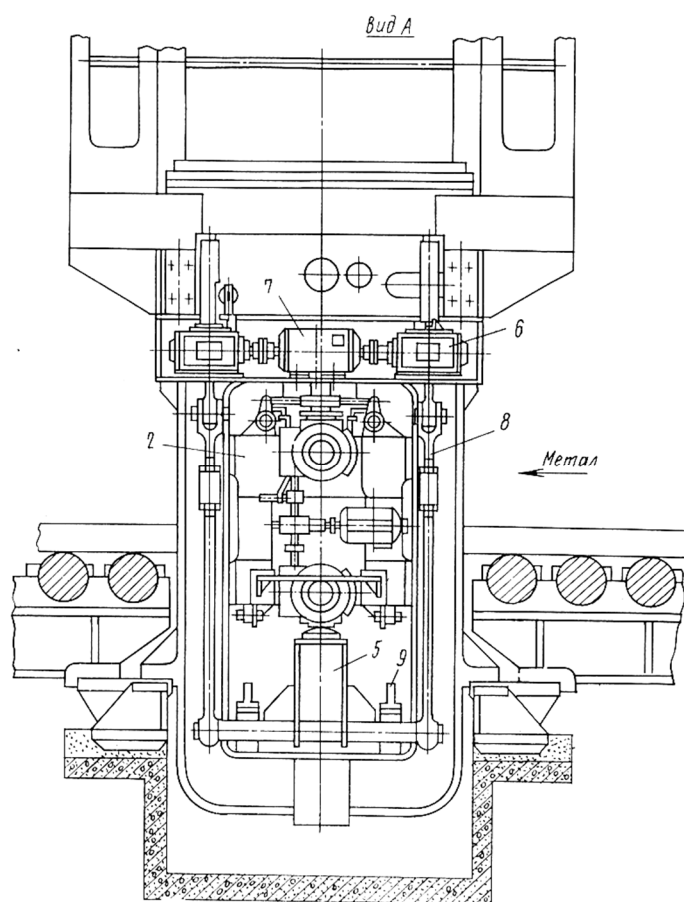


Рисунок 1.3

Відома вертикальна кліть прокатного стану [3], яка дозволяє зменшити габарити кліті з боку обслуговування стану і понизити її металоємність, що досягається використанням одного механізму перевалювання з приводної сторони стану.

Вертикальна кліть (рис. 1.4, 1.5) містить привод 1 обертання валів 2 і 3, верхню 4 і нижню 5 станини з направляючими отворами, що мають робочу зону 6 і зону 7 перевалювання за межами приводу. Вертикальні валляння 2 з боку приводу і валу 3 сторони обслуговування з подушками 8,9 і 10,11 із зовнішньої сторони обслуговування забезпечені Т-образними пазами-захватами 12. З внутрішньої сторони подушки 10 і 11 забезпечені додатковими захватами 13, ідентичними пазам-захватам.

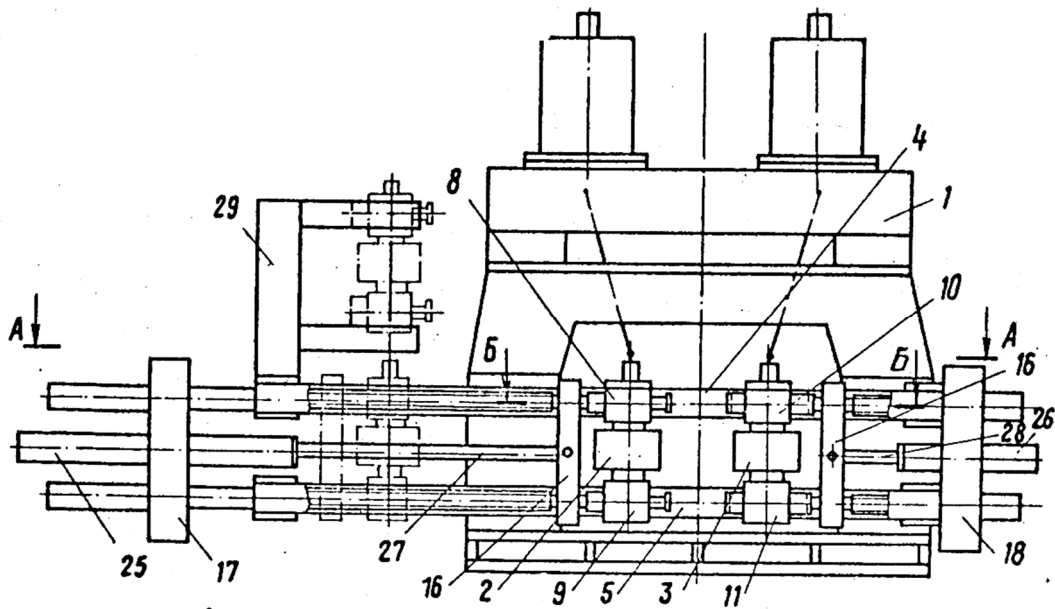


Рисунок 1.4

В зовнішніх пазах-захватах 12 розміщені зчіпні елементи у вигляді диска 14 порожнистих Т-образних втулок 15, які прикріплені з можливістю обертання до траверсів 16 механізмів установки валів 17 і 18 відповідно, сторони приводу стану і сторони обслуговування. На подушках 8 і 9 з внутрішньої сторони кліті встановлені з можливістю обертання додаткові зчіпні елементи у вигляді Т-образних втулок 19, ідентичних Т-образним порожнистим втулкам 15.

На дисках 14 втулок 15 і 19 виконано лиски 20. Механізми встановлення валів 17 і 18 мають натискні гвинти 21 і 22, упорні частини 23 і 24 яких про-

пущені крізь отвори порожнистих втулок 15 і упираються в подушки 8,9 і 10,11 відповідно. Механізми встановлення валів 17 і 18 мають також циліндри 25 і 26 урівноваження, штоки 27 і 28 які сполучені з траверсами 16.

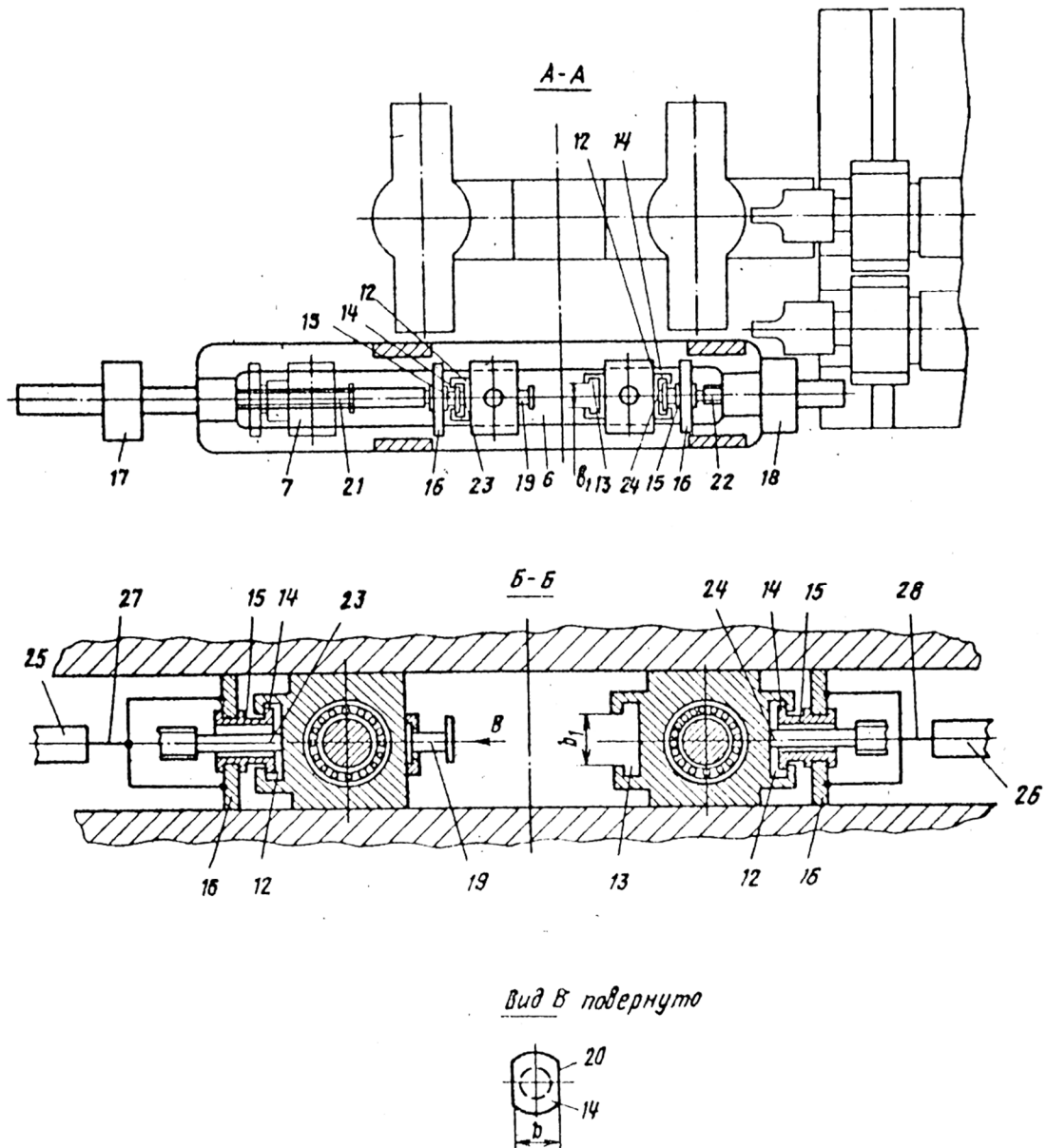


Рисунок 1.5

Засоби 29 для витягання валів 2 і 3 з подушками 8,10 з кліті розташовані з однієї приводної сторони стану.

Така конструкція вертикальної кліті дозволяє виконати станину асиметричної з однією зоною перевалювання, яка розташована з приводної сторони, скоротити тим самим габарити кліті з боку обслуговування і, у разі встановлення вертикальної кліті спільно з горизонтальною, звільнити місце для механізму перевалювання з подушками горизонтальної кліті.

Відома вертикальна кліть [4], конструкція якої дозволяє понизити її металоємність.

Кліть (рис. 1.6) включає раму 1 відкритого типу, касету 2 з валами 3, пристрій 4 вертикального переміщення касети, пристрій 5 фіксації касети на рамі і привод 6 валів, що складається зі шпинделів 7, редуктора 8 з порожнистими валами і електроприводу 9. Рама 1 має плитовину 10, дві стійки 11 і підредукторну раму 12. На стійках 11 виконані вертикальні направляючі 13 для касети 2. Касета 2 має траверсу 14 для з'єднання з рамою 1. Траверсу 14 забезпечена направляючими 15, а у верхній її частині по осі касети розміщено захоплення 16, встановлений з можливістю взаємодії з пристроєм 4 вертикальні переміщення касети 2. Пристрій 4 вертикальні переміщення касети забезпечений похилою тягою 17, що шарнірно пов'язана одним кінцем із захватом касети, а другим з приводом 6, і розташована у верхній частині рами 1 із зміщенням по осі прокатки у бік протилежний перевалюванню. Для забезпечення механічного зчеплення-розчеплення касети з пристроєм вертикального переміщення касети пристрій вертикального переміщення касети забезпечений затвором 18. Привод 19 переміщення похилої тяги 17 складається з важеля 20, закріпленого на рамі 1 з можливістю повороту щодо рами 1 і гвинтового домкрата 21 з електроприводом 22. Тяга 17 встановлена з можливістю взаємодії із захватом 16 траверси 14 за допомогою пальця 23, закріпленого на вільному кінці тяги 17, і шарнірно пов'язана з важелем 20. Затвор 18 включає стержень 24, шарнірно сполучений з похилою тягою 17, елемент 25 навантаження, виконаний, наприклад, у вигляді пружини, і регульований упор 26, встановлений на вільному кінці стержня 24. В захваті 16 виконаний відкритий паз 27.

Забезпечення пристрою вертикального переміщення касети затвором, шарнірно встановленим між похилою тягою і важелем, дозволяє механізувати зчеплення-розчеплення касети з пристроєм вертикального переміщення і підвищити надійність роботи при вертикальному переміщенні касети за рахунок підтиску вільного кінця похилої тяги до захоплення касети.

Перевага даної конструкції полягає в тому, що вона дозволяє спростити конструкцію, зменшити габарити кліті по висоті, поліпшити умови обслуговування і підвищити надійність.

Відома вертикальна прокатна кліть [5], конструкція якої дозволяє зменшити вертикальні габарити кліті і понизити її металоємність.

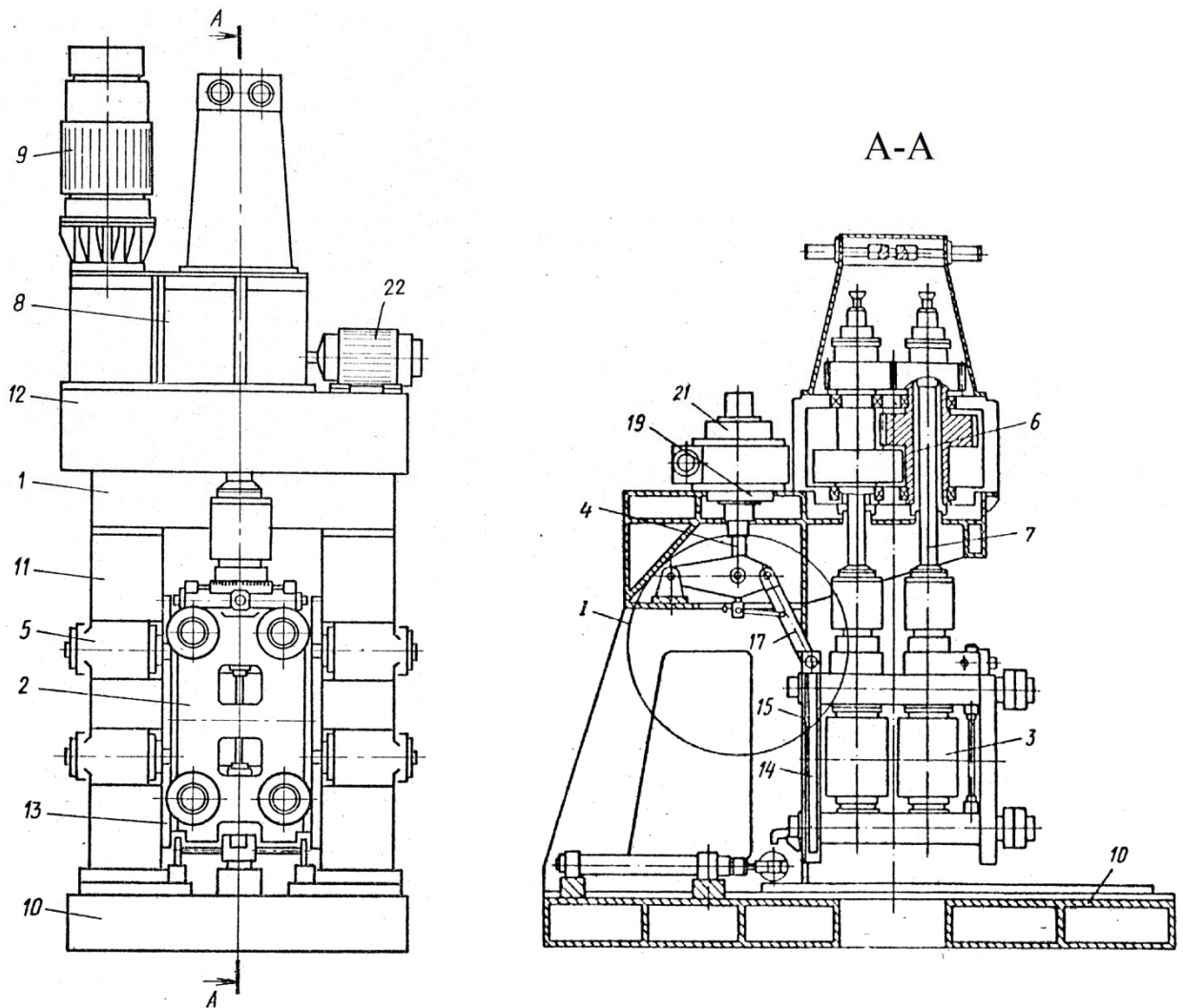


Рисунок 1.6

Кліть (рис. 1.7-1.9) містить станину з двома стійками 1 з отворами 2, касету 3 з вертикальними валами 4, пристрій 5 вертикального переміщення касети, засіб зчеплення з касетою, включає скоби 6 і привод 7 переміщення скоб, привод 8 обертання валів, виконаний у виді двигуна 9, редуктора 10 з порожнистими валами і шпинделів 11, механізм 12 осьової фіксації і установки шпинделів. В отворах 2 станини встановлено вертикальні направляючі 13 для переміщення касети 3, а з протилежних зовнішніх сторін станини встановлені вертикальні направляючі 14 для переміщення скоб 6. Касета 3 забезпечена захватами 15 для взаємодії зі скобами 6.

Скоби змонтовані у вертикальних направляючих 13 станини і забезпечені захватами 16, виконаними у вигляді виступів, причому на одній з скоб виступи мають вертикальні бурти 17, що охоплюють захвати 15 касети у напрямі осі отвору станини.

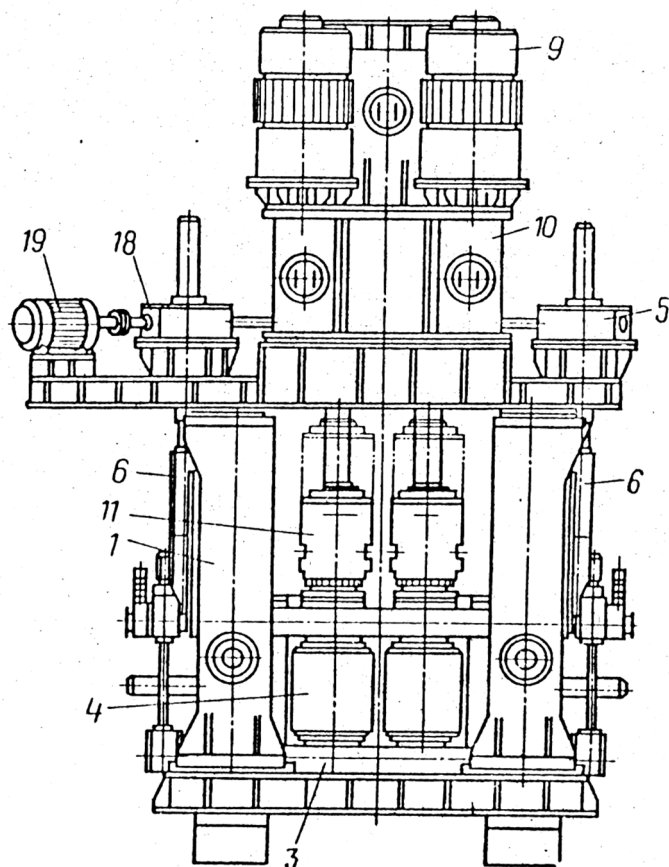


Рисунок 1.7

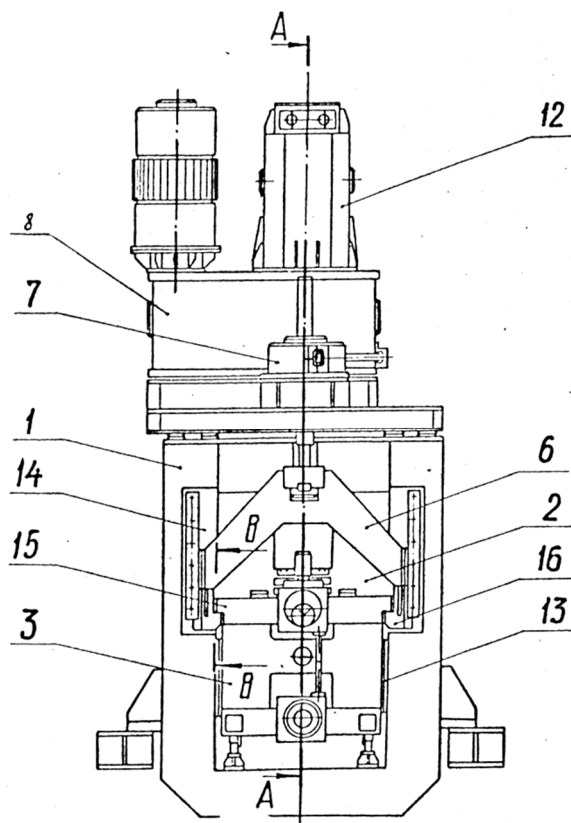


Рисунок 1.8

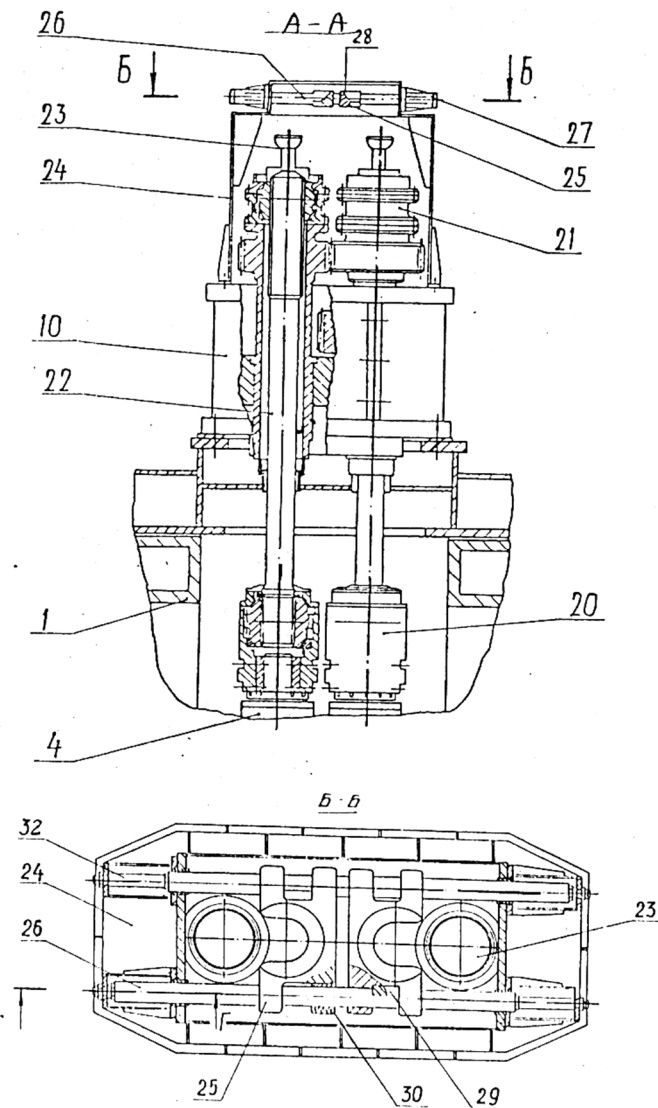


Рисунок 1.9

Скоби шарнірно пов'язані з приводом 7, який включає два гвинтові домкрати 18, що приводяться електродвигуном 19. Шпинделі 11 складаються з нижнього шарніра 20, верхнього шарніра 21 і валу 22, на якому вище за верхній шарнір виконана сферична опора 23.

Вал 22 шпинделя сполучений нерухомо в осьовому напрямі з нижнім шарніром 20 і рухливо по шліцах з верхнім шарніром 21. Механізм 12 осьової фіксації і встановлення шпинделів змонтований в корпусі 24 вище за верхні шарніри шпинделів, встановлений на редукторі 10 і складається з двох С-образних скоб 25, встановлених на рухомих приводних штангах 26 між валами шпинделів і направлених до них пазами, і приводу 27 переміщення штанг. Скоба 25 має конусну опорну поверхню 28 для взаємодії з сферичною опорою валу шпинделя.

Кожна скоба сполучена нерухомо з однією з штанг 26 клином 29 і рухливо за допомогою втулки 30 з іншою штангою. Привод 27 переміщення штанги виконаний у вигляді плунжерних гідроциліндрів, порожнини 31 яких виконані з торців в штангах, а штоки 32 закріплені нерухомо щодо корпусу 24.

Переваги даної кліті полягають в тому, що її використання дозволяє зменшити габарити кліті по висоті і понизити її металоємність, підвищити надійність роботи, зручність обслуговування, монтажу і демонтажу.

Відома вертикальна кліть прокатного стану [6], конструкція якої дозволяє поліпшити умови обслуговування і підвищити ремонтпридатність шляхом використання для заміни циліндрів гідронатискного пристрою електронатискного пристрою.

Кліть (рис. 1.10-1.12) містить електромеханічний натискний пристрій (ЕМНП) і гідронатискний пристрій (ГНП), при цьому ЕМНП складається з електродвигуна 1 із сполучною муфтою 2, редуктора 3, пари натискних гвинтів 4, пов'язаних з шестернями редуктора 3 через маточину 5 за допомогою шліцьового з'єднання 6. Окрім цього, ЕМНП містить пристрій 1 для врівноваження валу з подушками 7, яке виконане у вигляді гідроциліндра 8, корпус якого проходить через повну розчіпну шестерню 9 редуктора 3. Натискні гвинти 4 через підп'ятники 10 упираються в траверсу 11 валу з подушками 7, проушини сполучені з штоком гідроциліндра 8 урівноваження валу, ГНП складається з пари гідроциліндрів 12, розміщених в одному корпусі 13, і гідросистеми високого тиску.

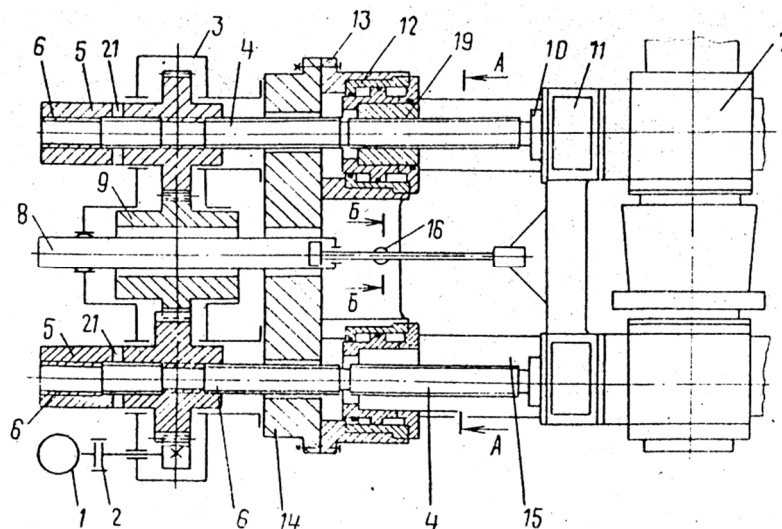


Рисунок 1.10 – Будова кліті

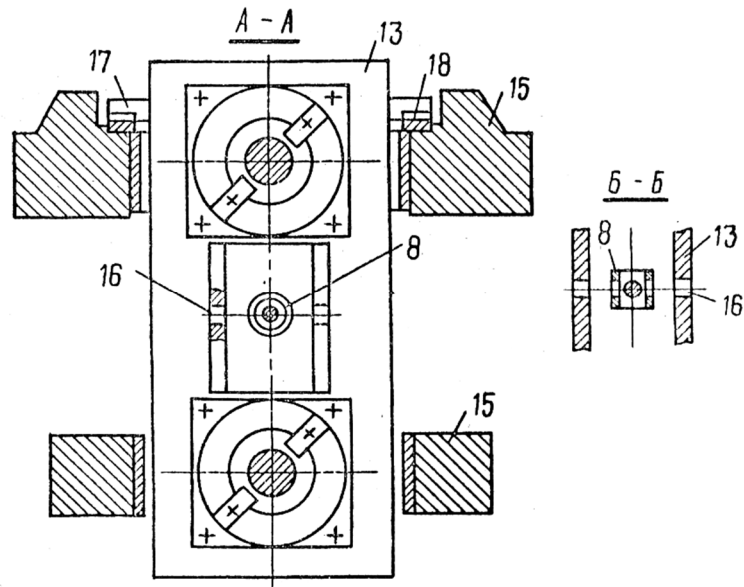


Рисунок 1.11 – Розрізи до рис. 1.10

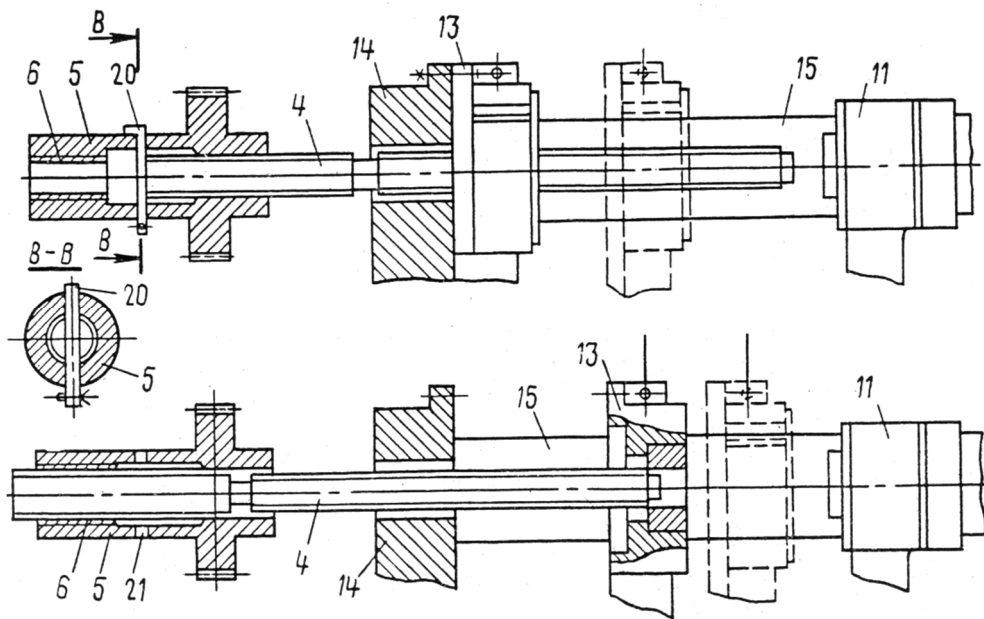


Рисунок 1.12 – Положення механізму встановлення валів при виштовхуванні корпусу натискними гвинтами, подовжній розріз

Корпус 13 кріпиться за допомогою болтів до поперечини 14 станин 15. Крім того, корпус 13 має фіксуючий засіб у вигляді штиря і отвору 16, призначеного для з'єднання з штоком гідроциліндра 8 врівноваження валів, і опорні виступи 17, мають можливість взаємодіяти з горизонтальними направляючими 18 станини 15. В комплект ГНП входить натискна гайка 19, яка є складовою частиною його поршня.

Переваги конструкції полягає в тому, що вона забезпечує кращі умови обслуговування і має ремонтпридатність вище, оскільки операції кранів і ручних при монтажі, демонтажі зведені до мінімуму, не потрібні для цього спеціальні пристосування і використовується наявний привод електромеханічного пристрою.

Відома двокаліброва вертикальна кліть [7], яка має спрощену конструкцію пристрою за рахунок виконання комбінованого редуктора з корпусом, що дозволяє встановлювати і кріпити безпосередньо на ньому валкову касету; зменшує габарити пристрою по висоті і збільшує надійність роботи механізму без шпindelного з'єднання валів за рахунок застосування в комбінованому редукторі порожнистих вихідних валів без консольно-виступаючих кінців, знижує капітальні витрати і експлуатаційні витрати за рахунок використання у якості опори валків дворядних конічних радіально-упорних підшипників; розширює технологічні можливості стану шляхом місцеположення вертикальної кліті будь-якої горизонтальної кліті і навпаки.

Редуктор кліті має Г-образний корпус з двома взаємно перпендикулярними опорними площинами, на які встановлений корпус робочої касети з бандажованими консольними валками. Вихідні вали редуктора виконані у вигляді товстостінних труб із зовнішніми зубчатими вінцями. На консольно виступаючих ділянках ексцентрикових втулок виконані цапфи, на яких на підшипниках ведені барабани, жорстко пов'язані з приводними валами. На торцях бандажів виконані радіальні пази, що взаємодіють з відповідними радіальними виступами притисків, які жорстко пов'язані з веденими барабанами. Встановлені в корпусі валкової касети ексцентрикові втулки зафіксовані в осьовому напрямі кільцевими виступами і кришками. Внутрішнє кільце підшипника відомого барабана фіксується на цапфі ексцентрикової втулки за допомогою болтів і втулки, а зовнішнє кільце підшипника зафіксовано в барабані упорним кільцем і гайкою. Верхній і нижній калібри рівновіддалені від торців робочого бандажу, при цьому один з них розташований на осі прокатки стану.

Вертикальна кліть (рис. 1.13) містить комбінований редуктор з Г-образним корпусом 1, на якому виконані горизонтальна і вертикальна опорні площини для установки корпусу 2 валкової касети з консольними валками 3. В корпусі 1 редуктора встановлені конічна передача 4 з вхідним горизонтальним валом 5, два вихідні порожнисті вертикальні вали 6 з внутрішніми зу-

бчатими вінцями. Вертикальні порожністі вали 6 редуктора пов'язані з кінцевою передачею 4 циліндровими зубчатыми колесами 7. Кожний вал редуктора встановлений на двох підшипникових опорах.

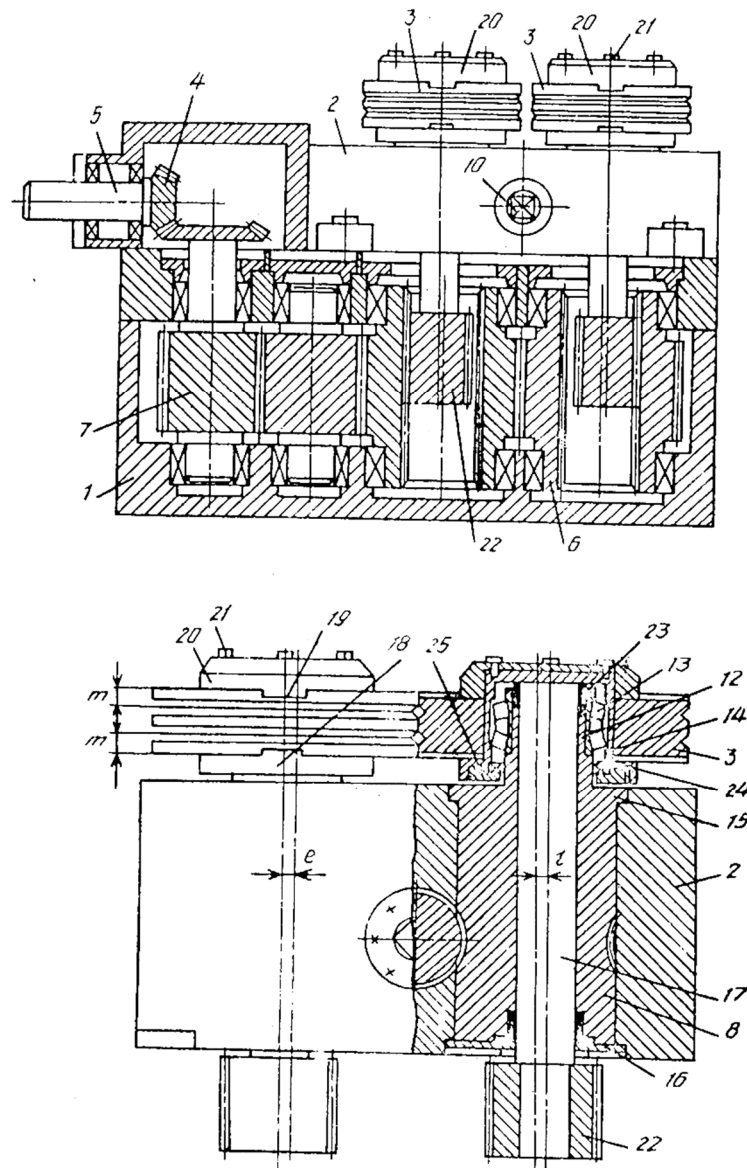


Рисунок 1.13 – Установка валкової касети на редукторі, розріз по осі редуктора і валкова касета в зборі, вид збоку

В корпусі 2 валкової касети встановлено по рухливій посадці дві ексцентрикові втулки 8, на яких нарізані зубчаті вінці черв'ячного колеса, що взаємодіють з черв'яком 9 валу 10, встановленого в крізьному отворі 11, виконаним по дотичній до обох ексцентрикових втулок 8. На консольно виступаючому з корпусу ділянці втулки 8 співісно ексцентрично виконаному отвору виконана цапфа 12, на яку монтується підшипник 13 і ведений барабан 14. Положення ексцентрикової втулки 8 в корпусі 2 фіксується кільцевим висту-

пом 15 і кришкою 16. Ведений барабан 14 має днище, жорстко пов'язане з валом 17, а в нижній частині кільцевий виступ, на який встановлюється робочий бандаж (шайба) 3. На верхньому і нижньому торцях бандажа 3 зроблені радіальні пази 18, взаємодіючи з відповідними радіальними виступами 19 притиску 20, встановлюваного зверху і щільно закріплюваного болтами 21 до відомого барабана 14. На нижньому кінці валу 17 закріплена шестерня 22. При установці робочої касети на редуктор обертання відомого барабана 14 здійснюється за допомогою валу 17 і шестерні 22, взаємодіючої з внутрішнім зубчатим вінцем вихідного полого вертикального валу 6 редуктора. Обертання бандажу 3, який посаджений на кільцевий виступ барабана 14 і щільно притиснутий притиском 20, передається радіальними виступами 19 притиску, який кінематично жорстко зв'язаний болтами 21 з днищем відомого барабана 14. Внутрішнє кільце підшипника 13 на цапфі 12 фіксується втулкою 23 за допомогою болтів, втулка виконує також функцію підшипника ковзання валу 17. Зовнішнє кільце підшипника 13 закріплюється в барабані 14 за допомогою кільця 24 і гайки 25.

Основні переваги даної конструкції кліті наступні:

- значно підвищується жорсткість консолей, на яких встановлені робочі бандажі, за рахунок збільшення діаметр їх перетину, що дозволяє проводити великі обжимання при плющенні;
- застосування вихідних порожнистих вертикальних валів із зубчатим отвором зменшує висоту редуктора;
- виконання комбінованого редуктора з Г-образним корпусом, що має горизонтальну і вертикальну опорні площини для установки і кріплення валкової касети, усуває необхідність виготовлення загального корпусу з циліндровими розточуваннями для установки валкової і редуктора касет;
- можливість використання як валкових опор підшипників кочення;
- вертикальну кліть можна встановлювати на місце будь-якої горизонтальної кліті, що розширює технологічні можливості сортового стану.

1.4 Призначення та пристрій вертикальної кліті 2В

1.4.1 Призначення і область застосування

Установка вертикальної кліті 2В призначена для обжимання металу в калібрах вертикальних валів в лінії безперервної групи клітей з постійною віссю прокатки.

Технічна характеристика.

1. Діаметр валка:

максимальний, мм	800
мінімальний, мм	680

2. Довжина бочки валка, мм

800

3. Частота обертання валків, об/хв

8-15

4. Зусилля прокатки, кН, найбільше

3500

5. Момент прокатки, кН×м, найбільший

500

6. Міжосьова відстань валків:

максимальна, мм	850
мінімальна, мм	680

7. Хід натискних гвинтів:

робочий, мм	85
найбільший, мм	100

8. Швидкість переміщення кожного валка, м/с

0.5

9. Межі осевого регулювання валків, мм

± 5

10. Ціна розподілу циферблата приводу натискних гвинтів

11. Електродвигун механізму установки валків:

тип	АРМ43-6УЗ
потужність, кВт	1.2
частота обертання, об/хв	900
напруга, В	380
кількість, шт.	2

12. Датчик положення валу:

тип вимикача	ВПФ	11-01-062У11-54У2
--------------	-----	-------------------

$$U_{\text{ред.}} = 10$$

13. Врівноваження валків пружинне

14. Зусилля врівноваження валка:		
найбільше, кН		92.5
найменше, кН		68
15. Передавальне число редуктора головного приводу		52.94
16. Електродвигун головного приводу:		
тип	ПВ2ПН-400-126-6У3	
потужність, кВт		500
частота обертання, об/хв		800
напруга, В		440
17. Кут перекоосу в шарнірах шпинделів:		
робочий		1°18'
найбільший		1°34'
18. Величина осьового переміщення шпинделя, мм		680
19. Осьове зусилля на шпинделі найбільше, що допускається при перевалюванні, кН		260
20. Швидкість переміщення нижнього шарніра шпинделя механізмом осьової фіксації, мм/с		13
21. Гідроциліндр механізму осьової фіксації шпинделів:		
діаметр штока, мм		50
хід штока, мм		260
номінальний тиск, МПа		7.0
швидкість переміщення штока, мм/с		3
кількість, шт.		4
22. Датчик положення механізму фіксації шпинделів – перемикач:		
тип	БТП 101-24У3	
кількість, шт.		4
23. Датчик кутового положення шпинделів – перемикач:		
тип	БТП 101-24У3	
кількість, шт.		1
24. Вертикальне переміщення касети з валками:		
робоче, мм		560
найбільше, мм		630
25. Переміщення скоб механізму підйому касети, мм найбільше		700

26. Зусилля, що досягається механізмом підйому:	
робоче, кН	800
найбільше, кН	4500
27. Швидкість переміщення скоб, мм/с	5.83
28. Гвинти механізму підйому касети:	
різьба	Тг 160 x 16
кількість, шт.	2
29. Передавальне число приводу	32
30. Ціна розподілу лінійки механізму підйому, мм	5
31. Електродвигун механізму підйому касети:	
тип	4МТКН225L8
потужність, кВт	37
частота обертання, об/хв	700
напруга, В	380
кількість, шт.	1
32. Датчик положення механізму підйому касети – вимикач:	
тип	ВПФ 11-01-062411-54У3
кількість, шт.	1
33. Затиск касети у вузлі рам пружинний з гідравлічним віджиманням	
34. Кількість затисків, шт.	2
35. Зусилля, що розвивається затиском, кН	57.5-
70	
36. Гідроциліндр затиску касети:	
діаметр поршня, мм	250
діаметр штока, мм	125
хід максимальний, мм	7
номінальний тиск, МПа	7
37. Осьова фіксація касети у вузлі рам механічна, скобою механізму підйому	
38. Перевалювання кліті валками або касетами	
39. Маса переміщуваних частин при перевалюванні, кг	75000
40. Величина переміщення касети при перевалюванні кліті, мм	4000

41. Швидкість переміщення касети при перевалюванні, м/с	0.01-
0.07	
42. Гідроциліндр пристрою перевалочного:	
діаметр поршня, мм	250
діаметр штока, мм	160
хід максимальний, мм	4000
номінальний тиск, МПа	7
43. Зусилля, що розвивається гідроциліндром:	
при вивалюванні касети, кН	140
при заваленні касети, кН	202
44. Датчик контролю кінцевих положень гідроциліндра	
– перемикач:	
тип	БТП 101-24УЗ
кількість, шт.	2

45. Підведення кабелів і змащувальних трубопроводів до касети – через ланцюг тракову; під'єднання – через швидкозйомні роз'єми.

46. Змазування редуктора головного приводу, верхніх шарнірів шпинделів, підшипників робочих валів і планок касети – від централізованої системи.

1.4.2 Основні складові частини

Установка вертикальної кліті 2В складається з: касети, пристрої перевалочного, вузла рам, механізму підйому касети, редуктора головного приводу, пристрої шпинделя і майданчиків обслуговування. Їх орієнтовна маса і габаритні розміри приведена в таблиці 1.1.

1.4.3 Технічний опис

Установка кліті забезпечує регулювання міжосьової відстані і висотного положення валів, а також можливість перевалювання заміною валів або заміною наперед набудованої касети з валками.

ВУЗОЛ РАМ

Вузол рам призначений для установки в нього касети з валками, а також об'єднання всіх основних вузлів установки кліті. На ньому кріпиться головний привод, механізм підйому касети, балки перевалочного пристрою, гідро-зажими касети і майданчики обслуговування.

Таблиця 1.1 – Основні складові частини

№	Найменування	Орієнтовна маса, т	Габарити: довжина×ширина×висота, мм
1	2	3	4
	Установка кліті 2В	208	
	у тому числі:		
1.	Касета	61.2	5490×2070×2742
2.	Пристрій перевалочний		
3.	Вузол рам	672	6300×4870×5355
	у тому числі:		
	рама ліва	18.1	3920×1155×4630
	рама права	18.1	3920×1155×4630
	плитовина	4.79	4450×745×550
	плитовина	4.83	4450×745×550
	рама	16.4	6515×3700×735
4.	Механізм підйому касети	4.0	6200×1540×2000
	у тому числі:		
	домкрат гвинтовий	1.8	1100×1100×2000
5.	Редуктор головного приводу	37.1	3040×2850×2270
6.	Пристрій шпindelь	10.85	1980×1200×5200
	у тому числі:		
	шпindelь	4.68	780×780×5000
7.	Майданчик обслуговування	6.63	

Вузол рам складається зі встановлених на фундаменті двох плитовин, рами правої, рами лівої і рами верхньої.

Всі основні елементи вузла рам виконані зварними з листового прокату.

Рама права і ліва скріпляються з рамою верхньою шпильками, а з плитовинами фундаментними болтами.

ГІДРОЗАЖИМ

Гідрозажимний пристрій призначений для фіксації касети з валками у вузлі рам при роботі кліті і звільнення касети при її переміщенні щодо вузла рам перевалочним пристроєм або механізмом підйому касети.

Гідрозажим є пружинно-гідролічною системою, що складається з гідроциліндра і блоку пружин. Затиск касети забезпечується пружинами, а віджимання гідроциліндром.

1.4.4 Механізм підйому касети

Механізм підйому касети призначений для вертикального переміщення касети з валками. Він забезпечує:

- 1) встановлення калібру валків на рівень прокатки;
- 2) встановлення касети на рейковий шлях для її перевалювання;
- 3) підйом шпинделів разом з касетою в положення їх осьової фіксації.

Механізм підйому розташований і закріплений на верхній частині вузла рам. Він складається з двох гвинтових домкратів, з'єднаних двома карданними валами і проміжним валом, встановленим на корпусі редуктора головного приводу. Привод механізму підйому здійснений від асинхронного двигуна через втулково-пальцеву муфту. На одному з домкратів встановлений кінематичний редуктор з датчиком, який забезпечує контроль положення і необхідні блокування механізму. Гвинтові домкрати сполучені з скобами, змонтованими у вертикальних направляючих вузла рам. На скобах виконані виступи, якими вони взаємодіють із захватами касети.

1.4.5 Редуктор головного приводу

Редуктор головного приводу призначений для передачі моменту, що крутить, від двох електродвигунів до шпинделів з пониженням частоти обертання.

Редуктор розташований і закріплений на верхній частині вузла рам. На верхній частині редуктора встановлено два електродвигуни постійного струму фланцевого виконання і пристрій шпиндель.

Редуктор – комбінований. Він включає два ряди триступінчатих зубчатих передач і синхронізуючу зубчасту передачу, що сполучає тихохідні вали.

Редуктор має корпус, складений з трьох частин з двома вертикальними площинами рознімання, і вертикальних валів із зубчатими колесами. Всі вали, окрім швидкохідних, розташовані в площинах рознімання.

Корпус редуктора має горизонтальний фланець з отворами для з'єднання з вузлом рам. Торці фланця механічно оброблені і є базами для вивірювання редуктора.

Обидва ряди зубчатих передач аналогічні по конструкції і відрізняються висотним розташуванням, а також протилежним по напрямку куту нахилу зубів зубчатих коліс.

Всі зубчаті колеса мають об'ємну термообробку, а поверхні зубів всіх вал-шестерень цементовані.

Підшипникові опори змонтовані в корпусі за допомогою стаканів. Швидкохідні вал-шестерні встановлені на однорядних конічних роликотідшипниках, вал-шестерні і вали на сферичних роликотідшипниках з додатковим упорним кульковим підшипником в нижній опорі. В нижніх опорах тихохідних валів застосовано дворядний конічний роликотідшипник, а у верхніх опорах роликовий радіальний підшипник.

Тихохідні вали виконані порожнистими. Крізь них пропущені вали шпинделів. На верхніх кінцях валів насаджені синхронізуючі зубчаті колеса. Сполучення зубчатого колеса з валом виконано через конусну втулку, що служить для забезпечення гідро-розпресування. На кінці синхронізуючих коліс хрестоподібні пази і отвори під болти, що служать для під'єднування верхніх шарнірів шпинделів. Електродвигуни сполучені з корпусом редуктора за допомогою стаканів. Зв'язок електродвигунів з швидкохідними валами забезпечений зубчатими муфтами.

На верхній частині корпусу редуктора є різьбові отвори і канавки під шнур ущільнювача, службовці для закріплення пристрою шпинделя.

Редуктор має оглядові люки, закриті кришками.

Змазування редуктора – від циркуляційної системи мастила через трубопроводи, змонтовані на корпусі редуктора. Змазування підшипників в нижній частині редуктора забезпечується з масляної ванни через отвори в кришках відповідних підшипникових вузлів. Рівень масла у ванні підтримується патрубками. Відведення масла від редуктора через патрубки здійснюється в масляну ванну вузла рам.

При роботі редуктора електродвигуни через зубчаті муфти і зубчаті передачі приводять в обертання тихохідні порожнисті вали з якими пов'язані шпинделі.

1.4.6 Пристрій шпинделя.

Пристрій шпинделя призначений для:

- передачі моменту, що крутить, від тихохідних валів редуктора до робочих валків;
- утримання шпинделів в осьовому напрямі при роз'єднанні їх з робочими валками;

- установки нижніх шарнірів шпинделів співвісні робочим валкам для їх з'єднання.

Пристрій шпинделя змонтований на редукторі головного приводу. Воно включає: два шпинделі, корпус, механізм осьової фіксації.

Шпиндель зубчатого типу складається з нижнього шарніра, верхнього шарніра, а також валу, що їх сполучає. Нижній шарнір має обойму з внутрішнім зубчатим вінцем, взаємодіючи з нею зубчату втулку із зовнішнім зубчатим вінцем і сферичними кільцевими поясочками, опорне сферичне кільце, кришку, діафрагму ущільнювача, захисний кожух, кришку з гумовим кільцем. В обоймі виконаний отвір для з'єднання з кінцем робочого валу, в якому закріплені планки. У втулці виконаний шліцьовий отвір для з'єднання з валом шпинделя. Втулки зафіксовані на валу в осьовому напрямі кільцями, які закріплені болтами на торцях втулки. Верхній шарнір шпинделя аналогічний нижньому.

Змазування нижнього шарніра - ресурсне, верхнього шарніра – від циркуляційної системи. Підведення масла – від змащувального сопла у верхній частині шарніра, відведення – в нижній.

При вертикальному переміщенні валів зміна відстані між шарнірами шпинделів відбувається за рахунок ковзання шліців валу в шліцьовому отворі втулки верхнього шарніра.

При перевалюванні кліті шпинделі дообертають головним приводом в перевалочне положення по сигналу від безконтактного перемикача.

Для роз'єднання шпинделів і робочих валів шпинделі разом з касетою піднімають механізмом підйому касети у верхнє положення, вали шпинделів фіксують скобами механізму осьової фіксації, після чого опускають касету на рейки. Знаходження валів шпинделів в скобах контролюється безконтактними перемикачами. Для з'єднання шпинделів з робочими валками погоджують їх кутове положення, шпинделі приводом механізму фіксації встановлюють співвісно робочим валкам.

1.4.7 Майданчики кліті

Майданчики призначені для обслуговування редуктора головного приводу, механізму підйому касети, пристрою шпинделя, двигунів головного приводу.

Майданчики закріплені на фундаменті, вузлі рам і редукторі головного приводу.

Майданчики і сходи захищені поручнями.

Майданчики і поручні складаються з вузлів і деталей, сполучених зваркою при монтажі.

Окремі частини майданчиків закріплені гвинтовими з'єднаннями, що забезпечує можливість їх повузлового демонтажу.

В майданчику розміщені труби для прокладки до електродвигунів головного приводу і електрошафи для з'єднання кабелів. З нижнього ярусу майданчиків обслуговуються механізм підйому касети і редуктор головного приводу, з другого ярусу – пристрій шпинделів і електродвигуни головного приводу.

1.4.1 Повітропроводи

Повітропроводи призначені для напряму охолоджуючого повітря від централізованої системи вентиляції до електродвигунів головного приводу.

Повітропроводи складаються з короба, розміщеного в стойці, патрубків, компенсатора, порожнин, розміщених у вузлі рам, двох патрубків, що сполучають вузол рам з електродвигунами і містять вертикальний лежак, компенсатор і Г-образний жолоб, що підводить.

1.5 Розрахунки

1.5.1 Вибір двигуна

Вибір двигуна здійснюватимемо на підставі технічної характеристики кліті, з якої відомо:

$M_{пр} = 515 \text{ кН} \cdot \text{м}$ – момент прокатки, який потрібен для подолання опору деформації прокатуваного металу і виникаючих при цьому сил тертя поверхні валів;

$P = 3500 \text{ кН}$ -зусилля прокатки найбільше;

$\omega = 1,571 \text{ с}^{-1}$ - кутова швидкість обертання валків, найбільша;

$\mu_n = 0,008$ - коефіцієнт тертя в підшипнику ;

$D = 620 \text{ мм}$ - зовнішній діаметр підшипника валка;

$d = 380 \text{ мм}$ - внутрішній діаметр підшипника валка;

$u = 52,94$ - передавальне число редуктора головного приводу;

$\eta_{zn} = 0,96$ - ккд зубчатої передачі ;

$\eta_{yuu} = 0,99$ -ккд пристрою шпинделя;

$k = 4$ - число ступенів редуктора.

Визначимо момент додаткових сил тертя, що виникає при проході металу між валками в підшипниках валків :

$$M_{mp} = p \cdot \mu_n \cdot \frac{D + d}{2} = 3500 \cdot 0.008 \cdot \frac{620 + 380}{2} = 14 \text{ кН} \times \text{м}$$

Визначимо момент необхідний для приводу валків прокатного стану:

$$M = M_{np} + M_{mp} = 515 + 14 = 529 \text{кН} \times \text{м}$$

Визначимо коефіцієнт корисної дії приводу валків:

$$\eta = \eta_{zn}^k \cdot \eta_{yuu} = 0,96^4 = 0,841$$

Привод валків кліті здійснюється за допомогою двох двигунів, отже потужність одного двигуна буде складати :

$$N_{об} = \frac{M \cdot \omega}{2 \cdot \eta} = \frac{529 \cdot 1,571}{2 \cdot 0,841} = 494,089$$

Вибираємо електродвигун типу ПВ2ПМ-400-125-5

$N=500$ кВт - потужність двигуна;

$n=800$ мин⁻¹ - число оборотів двигуна.

Пусковий момент на валу двигуна дорівнює:

$$M_n = \frac{N}{2 \cdot \pi \cdot \eta} = \frac{500}{2 \cdot 3.14 \cdot 800} = 5.968 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

1.5.2 Розрахунок зубчатих передач редуктора головного приводу.

Розрахунок вестимемо по методиці, що приведено в підручнику С.А Чернавського "Курсове проектування деталей машин" [8].

РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕНЬ В СТУПЕНЯХ

З технічної характеристики редуктора відомо, що передаточне число редуктора дорівнює:

$$u = 52.94$$

Редуктор триступінчатий і передаточні числа по ступенях наступні:

$$u_1 = 5.06; u_2 = 4.4; u_3 = 2.33$$

Передаточне число синхронізуючої передачі:

$$u_c = 1$$

Визначимо кутову швидкість і обертаючі моменти на валах редуктора:

Перший вал:

$$\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot 3.14 \cdot 800 = 83.776 \text{ c}^{-1}$$

$$M_1 = M_N = 5.968 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Другий вал:

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_1} = \frac{83.776}{5.06} = 16.556 \text{ c}^{-1}$$

$$M_2 = M_1 \cdot U_1 \cdot \eta_{3П} = 5.968 \cdot 10^6 \cdot 5.06 \cdot 0.96 = 2.8899 \cdot 10^7 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Третій вал:

$$M_3 = M_2 \cdot u_2 \cdot \eta_{3П} = 2.899 \cdot 4.4 \cdot 0.96 = 1.225 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Четвертий вал:

$$\omega_4 = \frac{\omega_3}{u_3} = \frac{3.763}{2.33} = 1.615 \text{ c}^{-1}$$

$$M_4 = M_3 \cdot U_3 \cdot \eta_{3П} = 1.225 \cdot 10^8 \cdot 2.33 \cdot 0.96 = 2.739 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

РОЗРАХУНОК ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Прийmemo матеріали:

- для шестерні сталь 40ХН, термообробка – об'єме гартування до твердості:

$$HRC_u = 50$$

- для колеса сталь 40ХН, термообробка - об'єме гартування до твердості:

$$HRC_k = 50$$

Межа контактної витривалості при базовому числі циклів для вибраного матеріалу:

- для шестерні:

$$G_{Y_{limk}} = 18 \cdot HRC_k + 150 = 18 \cdot 50 + 150 = 1050 \text{ МПа}$$

- для колеса:

$$G_{Ylimk} = 18 \cdot HRC_K + 150 = 18 \cdot 50 + 150 = 1050 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт довговічності при тривалій експлуатації редуктора, коли число циклів навантаження більше базового (8)

$$K_{HL} = 1$$

Контактна напруга, що допускається, для шестерні:

$$G_{H1} = \left(\frac{G_{Hlimbu} \cdot K_{HL}}{S_H} \right) = \left(\frac{1050 \cdot 1}{1.2} \right) = 875 \text{ МПа}$$

Контактна напруга, що допускається, для колеса:

$$G_{H2} = \left(\frac{G_{Hlimbu} \cdot K_{HL}}{S_H} \right) = \left(\frac{1050 \cdot 1}{1.2} \right) = 875 \text{ МПа}$$

Для косозубчастих коліс розрахункова контактна напруга:

$$G_{H2} = 0,45 \cdot (G_{H1} + G_{H2}) = 0,45(875 + 875) = 787,5 \text{ МПа}$$

РОЗГЛЯНЕМО ПЕРШУ СТУПІНЬ РЕДУКТОРА:

Коефіцієнт навантаження для несиметричного розташування зубчатих коліс щодо опор при підвищеній твердості зубів прийmemo рівним: $K_{H\beta} = 1,35 \text{ МПа}$

Коефіцієнт ширини вінця по міжосьовій відстані прийmemo:

$$\Psi_{ha} = 0,58$$

Міжосьова відстань з умови контактної витривалості активних поверхонь зубів:

$$a_u = K_a \cdot (u_1 + 1) \left(\frac{M_2 \cdot K_{H\beta}}{G_{H2} \cdot u_1^2 \cdot \Psi_{ha}} \right) \frac{1}{3} = 43 \cdot (5,06 + 1) \cdot \left(\frac{2,899 \cdot 10^7 \cdot 1,35}{875^2 \cdot 5,06^2 \cdot 0,58} \right) \frac{1}{3} = 422,085 \text{ мм}$$

Прийmemo по ГОСТ 2185-86 міжосьову відстань:

$$a_n = 425 \text{ мм}$$

Нормальний модуль зачеплення вибираемо в межах:

$$m_n = 0,01 \cdot a_n = 0,01 \cdot 425 \text{ мм}$$

$$m_n = 0,02 \cdot a_n = 0,02 \cdot 425 = 8,5 \text{ мм}$$

По ГОСТ 9563-80 прийmemo:

$m_n = 8 \text{ мм}$.

Прийmemo попередньо кут нахилу зубів:

$$\beta = 10^\circ$$

Визначимо числа зубів шестерні і колеса:

$$Z_1 = \frac{2 \cdot a_w \cdot \cos(\beta)}{(u_1 + 1) \cdot m_n} = \frac{2 \cdot 425 \cdot \cos(10^\circ)}{(5.06 + 1) \cdot 8} = \frac{2 \cdot 425 \cdot 0.985}{(5.06 + 1) \cdot 8} = 17.267$$

приймаємо: $z_1 = 17$

тоді $z_2 = z_{12} \cdot u_1 = 17 \cdot 5.06 = 86$

Уточнюємо кут нахилу зубів:

$$\cos(\beta) = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2 \cdot a_w} = \frac{(17 + 86) \cdot 8}{2 \cdot 425} = 0.966$$

$$\beta = \arccos(\cos(\beta)) = 14.208^\circ$$

Основні розміри шестерні і колеса:

Ділильні діаметри:

$$d_{11} = \frac{m_n}{\cos(\beta)} \cdot z_1 = \frac{8}{0.988} \cdot 17 = 1400.291 \text{ мм}$$

$$d_{21} = \frac{m_n}{\cos(\beta)} \cdot z_2 = \frac{8}{0.988} \cdot 86 = 709.709 \text{ мм}$$

Перевірка:

$$a_H = \frac{d_{11} + d_{21}}{2} = \frac{140.291 + 709.709}{2} = 425 \text{ мм}$$

Діаметри вершин зубів:

$$d_{a1} = d_{11} + 2 \cdot m_n = 156.291 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_{21} + 2 \cdot m_n = 725.709 \text{ мм}$$

Ширина колеса:

$$b_{21} = \psi_{ha} \cdot a_H = 0.58 \cdot 425 = 246.5 \text{ мм}$$

Ширина шестерні:

$$b_{11} = b_{21} + 5 \text{ мм} = 246.5 + 5 = 251.5 \text{ мм}$$

Коефіцієнт ширини шестерні по діаметру:

$$\psi_{bd} = \frac{b_{11}}{d_{11}} = \frac{251.5}{140.291} = 1.793$$

Окружна швидкість коліс :

$$V = \frac{\omega_1 \cdot D_{11}}{2} = \frac{83.776 \cdot 140.291}{2} = 5.877 \frac{M}{C}$$

При даній швидкості і підвищеній твердості приймаємо 7-й ступінь точності. На підставі цього приймаємо:

$$K_{H\beta} = 1.116, K_{Ha} = 1.051, K_{HV} = 1.0 \text{ МПа}.$$

Визначаємо коефіцієнт навантаження для перевірки контактних напруг:

$$K_H = K_{H\beta} K_{Ha} K_{HV} = 1.173 \text{ МПа}.$$

Перевірка контактних напруг:

$$G_H = \frac{270}{a^w} \cdot \frac{M_2 K_H (u_1 + 1)^3}{b_{21} u_1} = \frac{270}{425} \frac{M_2 \cdot 1.173 \cdot (5.06 + 1)^3}{246.5 \cdot 5.06^2} = 695.656 \text{ МПа}$$

Сили, що діють в зачепленні:

- окружна:

$$F_{O1} = \frac{2 \cdot M_2}{d_{21}} = \frac{2 \cdot 2.899 \cdot 10^7}{709.709} = 81,7 \text{ кН}$$

- радіальна:

$$F_{R1} = F_{O1} \frac{\tan(\alpha)}{\cos(\beta)} = 81.7 \cdot \frac{\tan(20^\circ)}{\cos(14.208^\circ)} = 81.7 \frac{0.364}{0.966} = 30.675 \text{ кН}$$

- осьова:

$$F_{a1} = F_N \cdot \tan(\beta) = 81.7 \cdot 0.364 = 20.685 \text{ кН}$$

На підставі вищенаведених чинників приймаємо коефіцієнти:

$$K_{F\beta} = 1.53, K_{FV} = 1.1$$

Визначаємо коефіцієнт навантаження:

$$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{FV} = 1.683$$

Визначаємо еквівалентні числа зубів:

- для шестерні:

$$Z_{V1} = \frac{Z_1}{(\cos(\beta))^3} = \frac{17}{0.966^3} = 18.661$$

-для колеса:

$$Z_{V2} = \frac{Z_2}{(\cos(\beta))^3} = \frac{86}{0.966^3} = 94.4$$

На підставі отриманих значень коефіцієнт, що враховує форму зуба приймаємо рівним:

$$Y_{F1} = 4.18. \quad Y_{F2} = 3.60.$$

Для сталі 40 ХН;

-межа витривалості при віднулевому циклі вигину:

$$G_{F \lim B} = 500 \text{ МПа}$$

-коефіцієнт, що враховує нестабільність властивостей матеріалу:

$$S_{1F} = 1.8$$

-коефіцієнт, спосіб отримання заготовки, що враховує:

$$S_{2F} = 1.0$$

Визначаємо коефіцієнт безпеки:

$$S_F = S_{1F} S_{2F} = 1.8$$

Напруга, що допускається при розрахунку на витривалість для шестерні і колеса :

$$G_F = \frac{G_{F \lim B}}{S_F} = \frac{500}{1.8} = 277.778 \text{ МПа}$$

Знаходимо співвідношення:

$$\frac{G_F}{G_{F1}} = \frac{277.778}{4.18} = 66.454 \text{ МПа}$$

$$\frac{G_F}{G_{F2}} = \frac{277.778}{3.60} = 77.16 \text{ МПа}$$

Подальший розрахунок ведемо для зубів шестерні, оскільки для неї знайдене відношення менше.

Коефіцієнт, що враховує підвищення міцності косих зубців в порівнянні з прямими дорівнює:

$$Y_{\beta} = 1 - \frac{\beta \cdot \frac{180}{\pi}}{140} = \frac{14.208 \cdot \frac{180}{3.14}}{140} = 0.889$$

Прийmemo коефіцієнт торцевого перекриття різним:

$$\varepsilon_a = 1.5$$

Ступінь точності зубчатих коліс:

$$n=7$$

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубами:

$$K_{Fa} = \frac{4 + (\varepsilon_a - 1) \cdot (n - 5)}{4 \cdot \varepsilon_a} = \frac{4 + (1.5 - 1) \cdot (7 - 5)}{4.15} = 0.833$$

Перевіряємо зуб шестерні по формулі:

$$K_{Fa} = \frac{F_n K_F Y_{F1} Y_{\beta} K_{Fa}}{B_{11} M_N} = \frac{81.7 \cdot 1.683 \cdot 4.18 \cdot 0.899 \cdot 0.833}{251.5 \cdot 8} = 213.895$$

$$G_{F1} \langle G_F 2130895 \rangle 277.78 \text{ МПа}$$

Розрахунок наступних ступенів редуктора виконуємо згідно, викладеній вище методиці. Результуючі параметри розрахунків приведені в таблиці 1.2

1.5.3 Розрахунок валка на міцність

Схема до виготовлення із сталі 60Хн, отже межа міцності для цього матеріалу дорівнює $\sigma_B = 500 \text{ МПа}$ $Q_B = 500 \text{ МПа}$,

Напругу, що допускається прийmemo виходячи з п'ятикратного запасу міцності:

$$\sigma = \sigma_B / 5 = 100 \text{ МПа}$$

Для розрахунку використовуватимемо наступні параметри:

X1= 580мм-відстань від точки прикладання сили до опори;

X2=220мм-довжина шийки валка;

a=1398мм-відстань між опорами валка;

$D=500\text{мм}$ - діаметр валка по глині калібру

Таблиця 1.2

Назва параметру	1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	синхронізуюча
Число зубів шестерні	17	20	24	25
Число зубів колеса	86	88	56	25
Модуль зачеплення, мм	8	12	20	32
Кут нахилу зубів	14,208	14,723	12,68	19,75
Міжосьова відстань, мм	425	670	820	850
Діаметр вершин шестерні, мм	156,3	272,1	532	914
Діаметр вершин колеса, мм	725,7	1115,9	1188	914
Ширина колеса, мм	246,5	402	4,483,8	357
Ширина шестерні, мм	251,5	407	488,8	362
Ступінь точності	7	7	7	8

$d=380\text{мм}$ діаметр шийки валка;

$M_{KP} = M_4 = 2.729 \cdot 10^8$ Н *мм- момент, що крутить, в шийці валка.

Визначимо момент згинаючий в бочці валу по формулі (перетин 1-1)

$$M_1 = R_A X_1 = 1452.07 \cdot 8.422 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$\sum M(B) = P \cdot x_1 + R_A \cdot a = 0$$

$$R_4 = \frac{P \cdot x_1}{a} = \frac{3500 \cdot 580}{138} = 1452.07 \text{ кН}$$

Напряга вигину в бочці валка дорівнює:

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{81.22 \cdot 10^7}{1.25 \cdot 10^7} = 67.3 \text{ МПа}$$

$$w_1 = 0.1 \cdot D^3 = D^3 = 0.1 \cdot 0.500^3 = 125 = 1.25 \cdot 10^7 \text{ мм}$$

На пругу кручення в бочці не підраховують зважаючи на йшло не значну величину в порівнянні з напругою вигину.

Розрахуємо шийку вала в перетині 11-11 насумісну дію вигину і кручення. На пруга вигину в шийці вала дорівнює:

$$\theta_H = \frac{M_H}{W_H} = \frac{45,05 \cdot 10^7}{0,54 \cdot 10^7} = 83,4 \text{ МПа}$$

$$M_H = R_B X_2 = 2047,9 \cdot 220 = 4.505 \cdot 10^8 \text{ Н.мм}$$

$$\sum M(A) = P(a - x_1) + R_{B,F} / A$$

$$B = \frac{P(a - x)2}{1398} = \frac{3500(1398 - 580)}{1398} = 2047,9 \text{ кН}$$

$$W_u = 0,1 \cdot du^3 = 0,1 \cdot 0,380^7 = 054 \cdot 10^7 \text{ мм}^3$$

Результуючу напругу визначаємо по 4-й теорії міцності

$$\sigma_{рез} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3 \cdot r^2} = \sqrt{84,4^2 + 3 \cdot 25,5^2} = 94 \text{ МПа}$$

воно не перевищує того, що допускається.

2 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩЕННЯ 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 вертикальної кліті 800 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:

- демонтувати електродвигуни головного приводу;
- демонтувати майданчики обслуговування і повітроводи;
- демонтувати пристрій шпинделя;
- здійснити вхід скоби вузла рам в захоплення касети перевалочним пристроєм;
- від'єднати привод підйому касети від скоб вузла рам;
- демонтувати привод підйому касети;
- демонтувати редуктор головного приводу;
- вивести касету по рейках перевалочного пристрою з вузла рам до упору;
- від'єднати від гідравлічної системи гідрозажим і демонтувати його;
- демонтувати раму;
- 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 вантажопідіймних засобів і механізмів, пристосувань і машин [9].

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

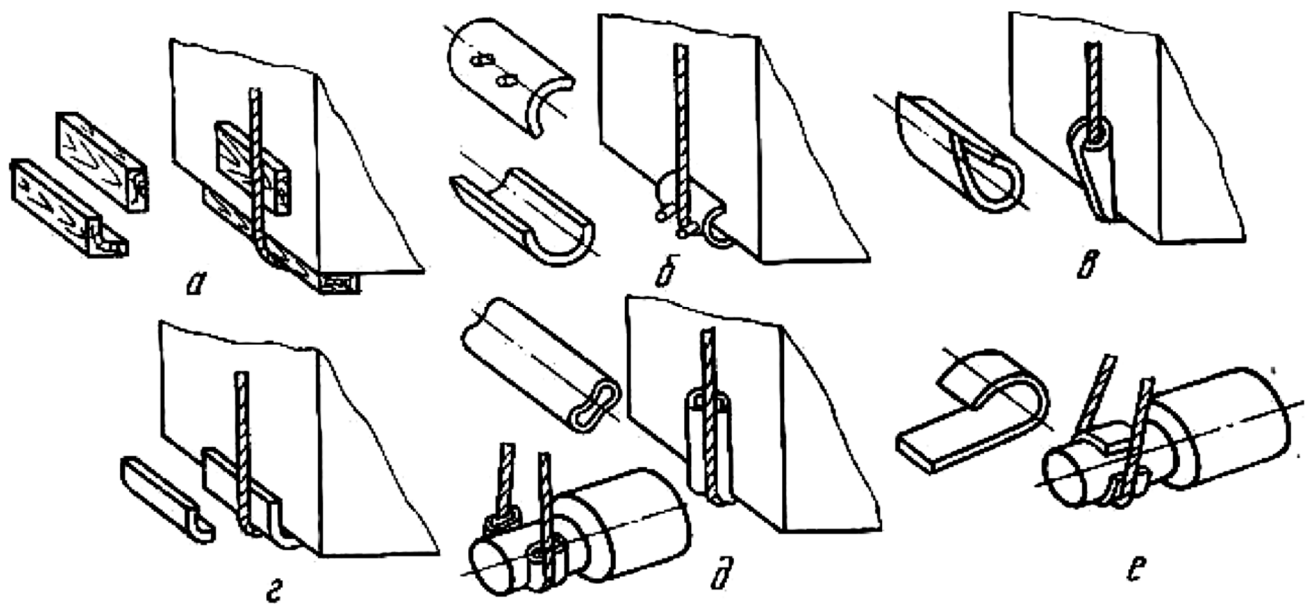


Рисунок 2.1 – Установка запобіжних підкладок під стропа при ув'язці вузлів устаткування: дерев'яних (а); з розрізаної труби з приварними бобишками (б); вигнутих з труб (в, д); вигнутих з листового металу (г, е).

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.

На рисунку 2.2 показані рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках. При стропуванні важливо правильно визначити центр ваги вантажу.

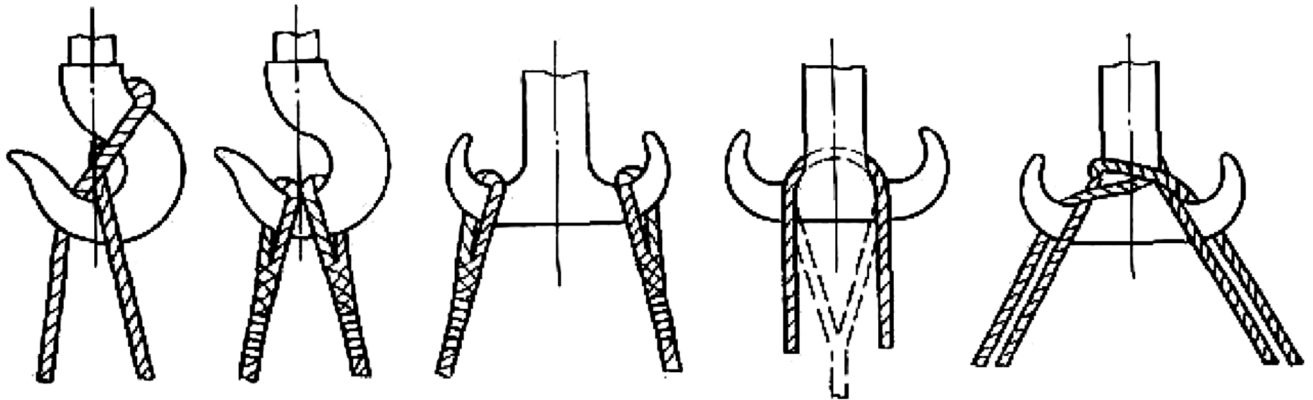


Рисунок 2.2 – Рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках [9]

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, поліспастих, різних монтажних пристосуваннях, а також для виготовлення стропів.

Під час ремонтних та монтажних робіт для транспортування вузлів та деталей кліті слід користуватись стропами (рисунок 2.3).

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 2.4), а також застосовують спосіб завивки.

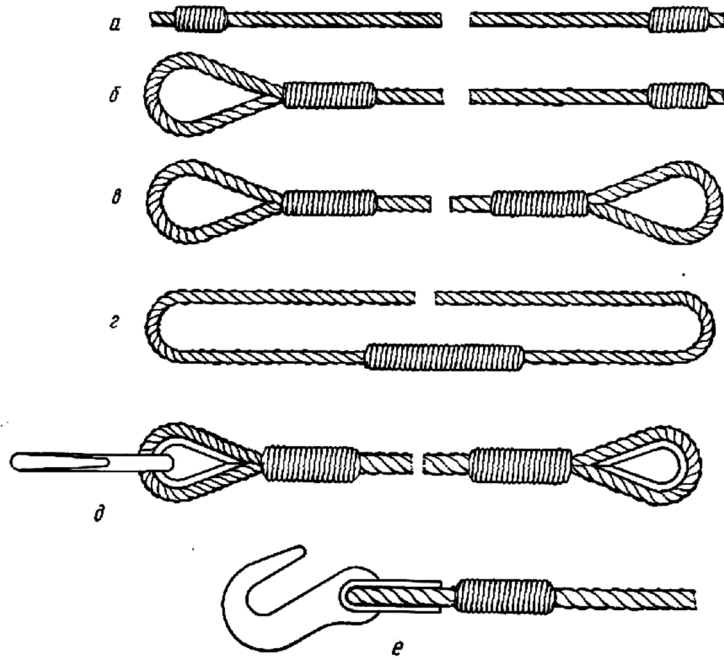


Рисунок 2.3 – Стропи: простий (а), з одною петлею (б), з двома петлями (в), універсальний (г), полегшений з петлею (д), полегшений з гаком (е)

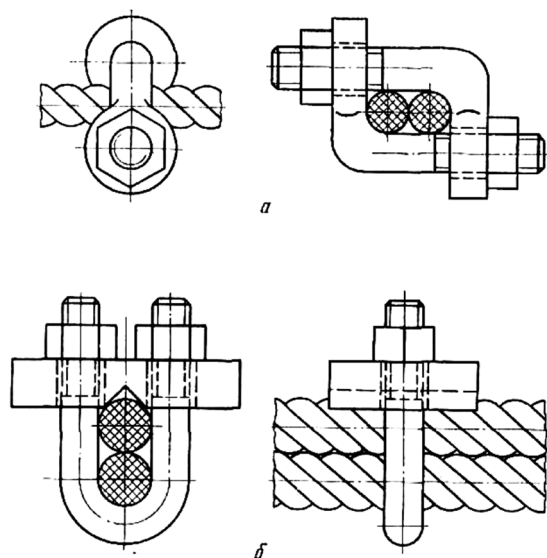


Рисунок 2.4 – Затискачі для кріплення сталевих канатів: кований (а) і дуговий (б)

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° (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.

2.2.2 Розрахунок стропів для транспортування рами рольганга

Для монтажу даної деталі приймаємо комплект стропів (2 шт.) довжиною L , котрі закріплюються діагонально (рисунок 2.5).

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

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

де l (мм) – довжина рами;

Натяг в кожній гілці каната:

$$S = \frac{Q \cdot g}{m \cdot \sin \lambda} \cdot k_H = \frac{25.2 \cdot 9.81}{2 \cdot \sin 70^\circ} \cdot 1 = 131.5 \text{ кН}$$

где $m = 2$ - кількість строп;

k_H -коефіцієнт

$$S_{\max} = S \cdot k_3$$

$$S_{\max} = 131.5 \cdot 8 = 1052$$

де k_3 -8 коефіцієнт запасу міцності, за умови, що маса не перевищує 50 ТОН.

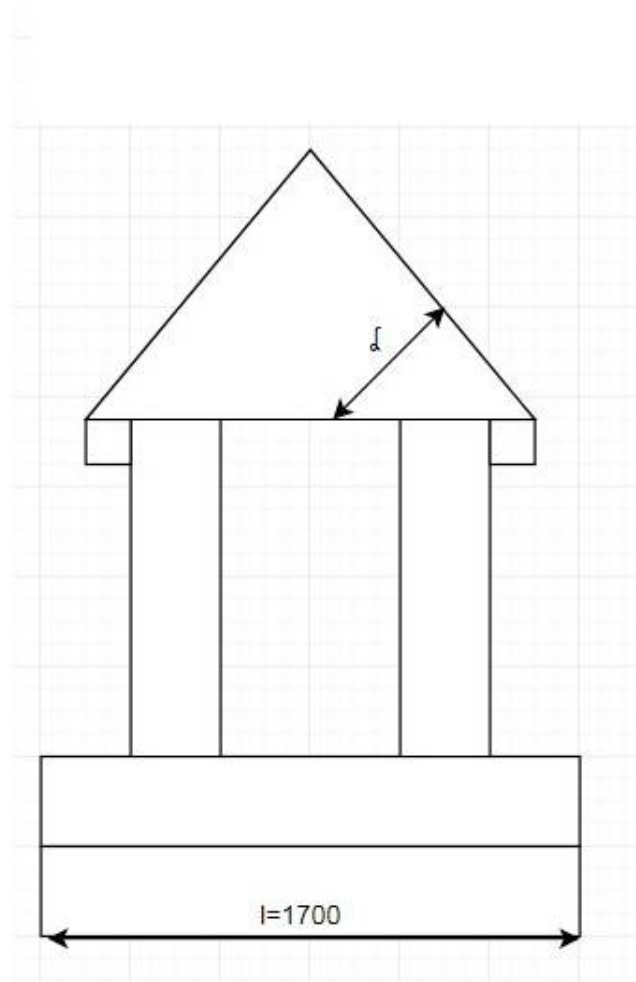


Рисунок 2.5 - Схема закріплення стропів

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

2.3 Розробка геодезичного обґрунтування монтажу рольганга-холодильника

2.3.1 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 сталевому литтю, що закріплюються наглухо в фундамент. Знизу плити болти кріпляться гайками.

Стосовно монтажу рольганга-холодильника доцільно глухі фундаментні болти, що встановлюються в готові фундаменти, а саме конічні з зачеканенням цементним розчином (рисунок 2.6).

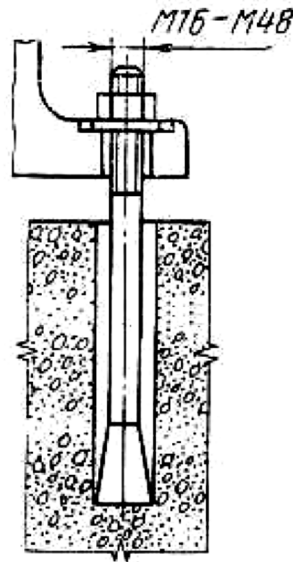


Рисунок 2.6 – Глухий конічний фундаментний болт, що встановлюється в готові фундаменти з зачеканенням цементним розчином

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 сталь 20 (ГОСТ 1050-88).

2.3.2 Розрахунок фундаментних болтів

Схема кріплення машини до фундаменту представлена на рисунку 2.7.

Визначимо діаметр глухих фундаментних болтів [9], глибину їх закладання в бетон фундаменту і кут повороту гайки для забезпечення необхідного зусилля попереднього затягування за наступними вихідними даними:

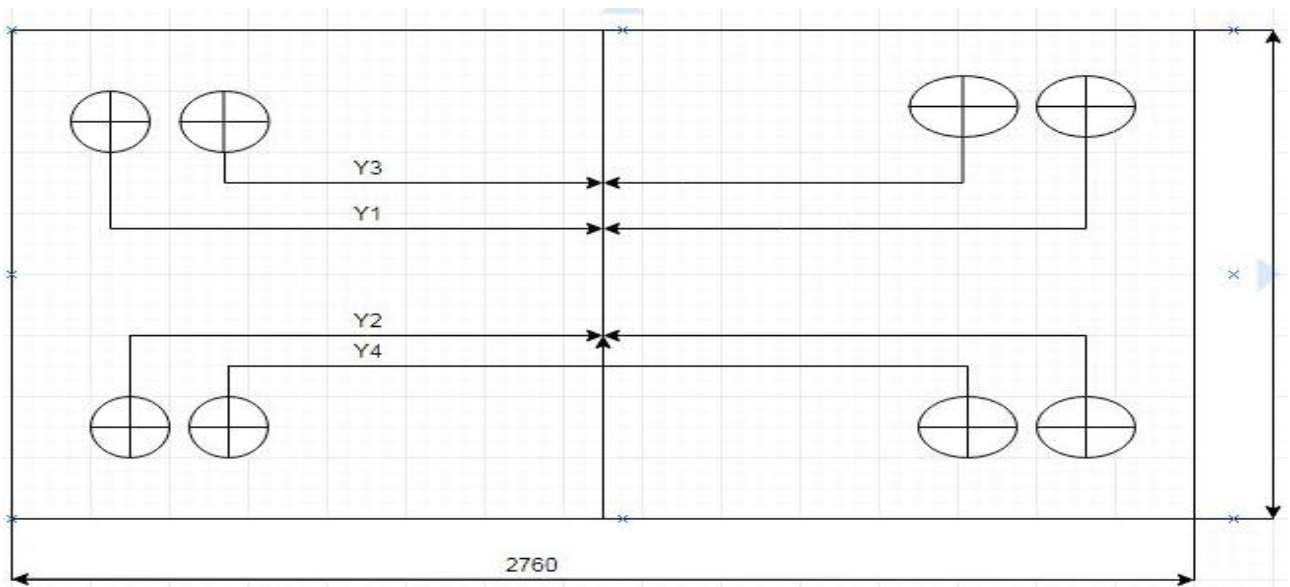


Рисунок 2.7 – Схема кріплення рольганга-холодильника до фундаменту

Розрахунковий перекидний момент	$M = 270$ кН·м
Вага машини	$G = 823,759$ кН
Розрахункове вертикальне відривне навантаження	$P_o = 750$ кН
Горизонтальне зсувне навантаження	$Q = 370$ кН
Кількість фундаментних болтів	$n = 8$
Відстань від осі повороту машини до найбільш віддаленого болта в розтягнутій зоні стику	$Y_1 = 1,8$ м
Відстань від осі повороту машини до інших і-тих болтів у тій же зоні	1,8 м $Y_i = 1,2$ м 1,2 м
Матеріал болтів	09Г2С
Спосіб встановлення машини	на підкладках
Кількість циклів	$N = 1,2 \cdot 10^6$
Навантаження	комбіноване

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

Площа перерізу болта по :

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

де $Q_{0\text{сум}}$ – сумарне зусилля попереднього затягування болтів від впливу вертикального та горизонтального навантаження, Н;

κ – 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 $[\sigma_p] = 140$ 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:

$$P_B = \frac{750000 - 823759}{12} + \frac{270000 \cdot 1,8}{1,8^2 + 1,2^2 + 1,2^2} = 70192 \text{ Н}$$

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

$$Q_{\text{сум}} = Q_{O.B.} + Q_{O.G.},$$

де $Q_{O.B.}$ – зусилля попереднього затягування болтів під впливом тільки вертикального навантаження, Н;

$Q_{O.G.}$ – зусилля попереднього затягування болтів під впливом тільки горизонтального зсувного навантаження, Н.

Зусилля попереднього затягування болтів під впливом вертикального навантаження:

$$Q_{O.B.} = K_{CT} \cdot (1 - \kappa) \cdot P_B,$$

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

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

Тоді

$$Q_{OB} = 1,8 \cdot (1 - 0,5) \cdot 70192 = 63173 \text{ Н.}$$

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

Тоді

$$Q_{ог} = 1,8 \cdot \frac{370000 - 0,2 \cdot 823759}{8 \cdot 0,2} = 230904 \text{ Н}$$

$$Q_{0\text{сум}} = 63173 + 230904 = 294077 \text{ Н.}$$

Необхідна площа перерізу болта по різьбі:

$$F = \frac{294077 + 0,5 \cdot 70192}{100 \cdot 170} = 19,363 \text{ см}^2.$$

Вибираємо фундаментний болт із найближчим більшим перерізом М64×6 ($F = 25,12 \text{ см}^2$).

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 α – коефіцієнт, який ураховує кількість циклів навантаження;

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

У даному випадку при $N = 1,2 \times 10^6$ маємо $\alpha = 1,46$, а для фундаментного болта $M = 64$ мм відповідно $\mu = 1,8$.

$$\text{Тоді } [\sigma_P]_g = 0,278 \cdot \frac{1,46}{1,8} \cdot 170 = 38,333 \text{ МПа},$$

$$F_B = \frac{0,5 \cdot 70192}{200 \cdot 38,333} = 4,578 \text{ см}^2.$$

Таким чином маємо:

$$F_B = 4,578 \text{ см}^2 < F_B = 25,12 \text{ см}^2 .$$

Отже, оскільки $F_B < F$, вибраний стандартний фундаментний болт М64 відповідає вимогам необхідної витривалості.

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

$$H = 25 \cdot 64 = 1600 \text{ мм.}$$

Кут повороту гайки для забезпечення необхідного зусилля попереднього затягування болтів:

$$\varphi_{н.з.} = 360^\circ \frac{14 \cdot Q_{o.сум.} \cdot d}{100 \cdot E \cdot F \cdot S},$$

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

F – площа перерізу вибраного стандартного болта, см^2 ;

d – діаметр різьби, см;

S – крок різьби, см.

Для болта М64 з кроком $S = 6$ мм кут повороту гайки становить:

$$\varphi_{н.з.} = 360^\circ \frac{14 \cdot 294077 \cdot 6,4}{100 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 25,12 \cdot 0,6} = 29,97^\circ .$$

2.3.3 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 вивіряння устаткування по висоті і плашки для фіксації поздовжніх і поперечних осей (рисунок 2.8).

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 2.8,а) діаметром 25...60 мм, привареною до полиці двотавру арматури фундаменту, на якому встановлюють машину.

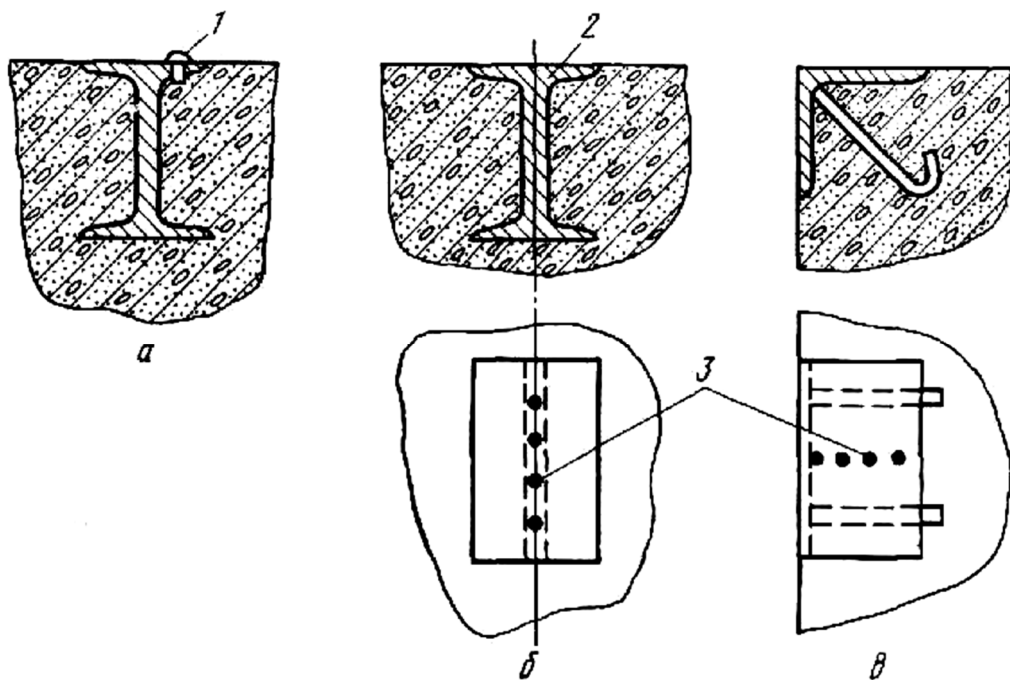


Рисунок 2.8 – Види геодезичних знаків: репер (а) і плашки (б, в):
 1 – заклепка; 2 – відрізок металевого профілю;
 3 – накернені лунки діаметром 2 мм для фіксації осей

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 2.8,б та 2.8,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 2.8,б та 2.8,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 ± 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 схили, 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 2.9.

2.4 Порядок збирання, монтажу та вивіряння машини

Монтажем називають комплекс робіт по збиранню, встановленню на фундамент або в інше проектне положення, вивірянню, опробуванню і пуску окремих або групи машин, пов'язаних єдиним технологічним потоком.

Перед монтажем устаткування кліті необхідно провести зовнішній огляд устаткування з метою виявлення і усунення пошкоджень і несправностей, які могли відбутися в період транспортування і зберігання.

Монтаж устаткування вертикальної кліті слід починати із збирання вузла рам і вивіряння його в плані і по висоті.

Базовими поверхнями вузла рам (рис. 2.10) є:

– загальна прилегла горизонтальна площина Г плитовин 1, 2;

– вертикальна площина Д плитовини 1;

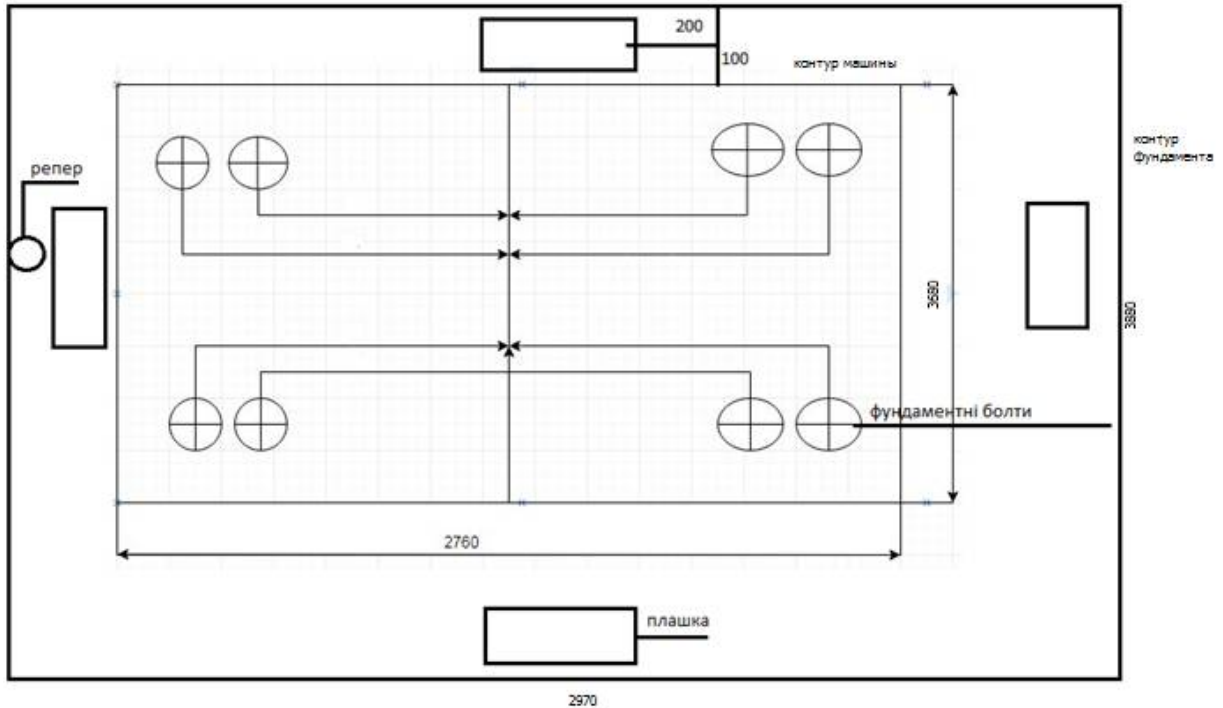


Рисунок 2.9 – Схема геодезичного обґрунтування монтажу

– загальна прилегла площина Е плитовин 1, 2.

Відхилення монтажних баз вузла рам:

- відхилення поверхні Г від висотної відмітки не більше 1 мм;
- відхилення поверхні Г від горизонтальності не більше 0.05 мм на довжині 1 м;
- відхилення від паралелі поверхні Д щодо осі кліти не більше 0.15 мм на довжині 1 м;
- відхилення від паралелі поверхні Е щодо осі кліти не більше 0.2 мм на довжині 1 м.

Встановлення плитовин 1, 2 проводити на підкладках, розміщених біля фундаментних болтів. Гвинти, що встановлюють, призначені для підйому плитовин при встановленні підкладок. Провести вивіряння плитовин в плані і по висоті.

Найточнішим методом вивіряння, перевірки точності зборки і установки машин є оптико-геодезичний метод. Єство методу полягає у фіксації оптичних осей за допомогою прецизійних теодолітів і візирних марок і вивірянню по висоті за допомогою високоточних нівелірів і штрихових малогабаритних рейок.

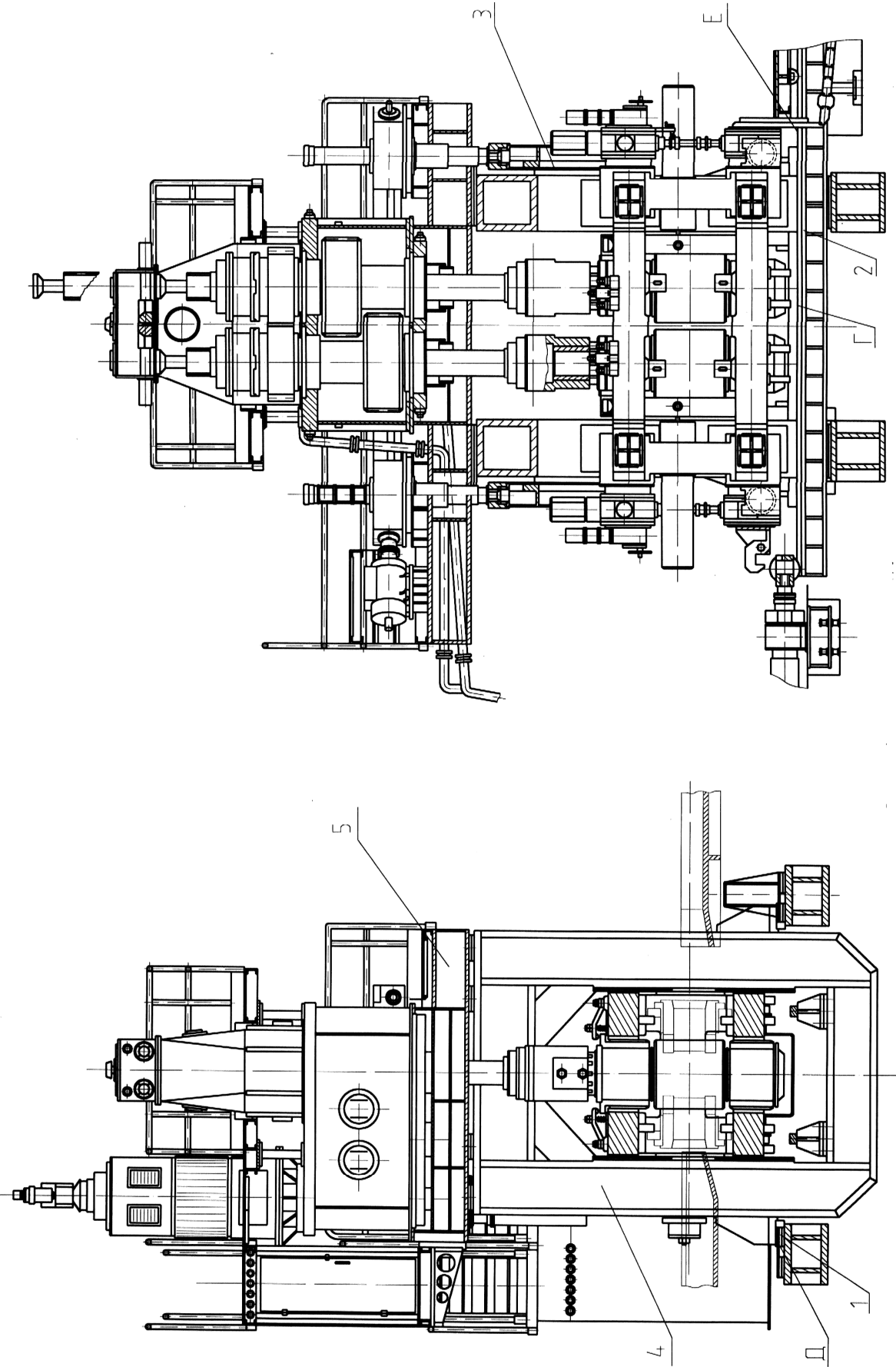
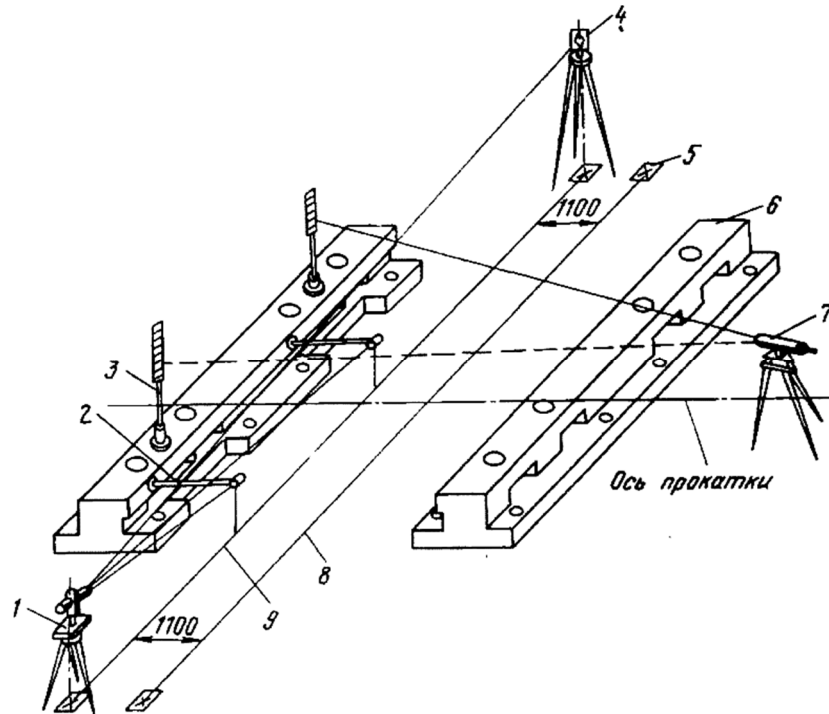


Рисунок 2.10 – Робоча кліть

На рисунку 2.11 показана схема вивірювання плитовин оптико-геодезичним методом. При вивірюванні в плані теодоліт встановлюють на спеціальному координатному столику над плашкою. Протилежну точку осі візують за допомогою стаціонарної марки, що світиться.



1 – теодоліт; 2 – переносна візирна марка; 3 – малогабаритна нівелірна рейка; 4 – стаціонарна марка, що світиться; 5 – плашка; 6 – плитовина; 7 – нівелір; 8 – вісь кліті; 9 – допоміжна вісь

Рисунок 2.11 – Вивірювання плитовин оптико-геодезичним методом

На вертикальну площину плитовини магнітною підставою кріпиться переносна візирна марка з мікрометричною голівкою і на неї візують зорову трубу теодоліта. Довжину марки від центру візирної мети до вертикальної базової поверхні плитовини приймають рівною проектній відстані до осі кліті. Плитовину зміщують в горизонтальній площині так, щоб центр марки співпав з коліматорною площиною теодоліта при установці марки в різних крапках по довжині плитовини.

Вивірювання плитовин по висоті виконують за допомогою нівеліра. Спочатку вивіряють одну плитовину, застосовуючи стандартну нівелірну рейку і рівень. Рейку встановлюють на репер і відлічують по ній висоту установки базової поверхні плитовини. Потім, використовуючи першу плитовину як базову, вивіряють другу плитовину, встановлюючи на неї малогабаритну нівелірну рейку з рівнем і регульовальними гвинтами для вертикальної установки

осі шкали. Нівелір слід розміщувати так, щоб точки, що вимірюються, знаходилися від нього на однаковій відстані не більше 10 м з відхиленням не більше 200 мм. Якщо цього зробити не можна, нівелір слід встановити в двох симетричних положеннях, щоб з кожного були видні поверхні, що вимірюються. Різницю у висотних відмітках визначають з обох установок нівеліра, після чого обчислюють середню величину.

Встановити на плитовини рами 3, 4, зсунути плитовину 2 у бік плитовини 1 до упора. Місцеві зазори між плитовинами і рамами повинні бути не більше 0.1 мм

Встановити раму 5, перевірити зазори. Зазори не повинні бути більше 0.15 мм

Встановити шпильки і провести їх затягування.

Підливання плитовин провести тільки після контрольного закладу у вузол рам касети і переміщення її у всьому діапазоні по висоті.

Змонтувати гідрозажим і приєднати його до гідравлічної системи. Змазати направляючі вузла рам і касети.

Шток гідроциліндра перевалочного пристрою ввести до упора. Ввести касету по рейках перевалочного пристрою у вузол рам до упора.

Відрегулювати зазор між крюком і сережкою перевалочного пристрою підгонкою прокладки.

Встановити на вузол рам редуктор головного приводу. Сумістити оброблені торці фланців рам і редуктора. Допустиме неспівпадання торців – 1 мм

Змонтувати привод підйому касети на вузол рам. Відрегулювати співвісність валів електродвигуна і черв'ячного редуктора. Регулювання проводити підбором прокладок під електродвигун.

З'єднати привод підйому касети з скобами вузла рам.

Провести переміщення скоб вузла рам приводом підйому касети в межах повного ходу. Переміщення повинне бути рівномірним без заїдань, опускання скоб – під дією власної ваги.

Відрегулювати положення скоб вузла рам по висоті і одночасність їх контакту із захопленнями касети, встановленої на рейках перевалочного пристрою. При контакті однієї зі скоб із захопленнями касети між другою скобою і захопленнями касети допускається зазор 1 мм Регулювання проводити переміщенням однієї зі скоб приводом підйому касети при роз'єднаному проміжному з'єднанні приводу підйому.

Налаштувати командоапарат приводу підйому касети на спрацьовування в крайніх нижньому і верхньому положеннях.

Провести переміщення касети приводом підйому в межах повного ходу. Переміщення повинне бути рівномірним без заїдань.

Перевірити вихід скоби вузла рам із захоплень касети під дією сили тяжкості після опускання касети на рейковий шлях перевалочного пристрою.

Змонтувати пристрій шпинделя в наступному порядку:

- встановити і закріпити обойми верхніх шарнірів на синхронізуючі зубчаті колеса;
- встановити на кінці робочих валів нижні шарніри шпинделів і ввести касету у вузол рам. Від'єднати кріплення кожуха і кільця розрізного;
- опустити краном вали шпинделів через обойми верхніх шарнірів;
- надіти на вали захисні кожухи і діафрагму, ввести шліци валів у втулки зубчаті, закріпити вали щодо втулок, остаточно зібрати нижні шарніри;
- встановити планки паралельно загальній прилеглий площині (дооберотом нижніх шарнірів шпинделів);
- зібрати верхні шарніри шпинделів. З'єднання втулки зубчатої з обоймою і шліцами валу проводити перестановкою зубчатої втулки;
- приводом підйому перемістити касету з шпинделями в межах повного ходу. Переміщення валу в шліцах повинне бути плавним без заїдань;
- розвести робочі валки на максимальну міжосьову відстань. Переконатися в наявності зазорів між валами шпинделів і порожнистими валами редуктора;
- встановити на редуктор головного приводу корпус з механізмом фіксації шпинделів;
- приводом підйому перемістити касету з шпинделями в крайнє верхнє положення, шпинделі зафіксувати в осьовому напрямі скобами;
- опустити касету з шпинделями, добитися контакту по всій довжині сферичних кільцевих виступів валів шпинделів з конусними поверхнями скоб. Регулювання проводити переміщенням механізму фіксації по фланцю корпусу;
- опустити касету на рейковий шлях. Перевірити переміщення шпинделів від приводу механізму фіксації;

- налаштувати перемикачі положення скоб і перемикач дообертання шпинделів.

Змонтувати майданчики обслуговування і повітроводи.

Встановити електродвигуни головного приводу. Провести прокручування робочих валків.

2.5 Змазування установки вертикальної кліті

Надійність металургійного устаткування багато в чому залежить від раціонального вибору змащувальних матеріалів, способів і режимів змащування, контролю якості мастила в процесі експлуатації.

Основною функцією змащувальних матеріалів є зменшення опору тертю і підвищення зносостійкості поверхонь деталей, що труться. Крім того, вони відводять тепло від вузлів тертя і захищають мащені поверхні від корозії і ржавіння. Для мастила металургійного устаткування застосовують наступні види змащувальних матеріалів: рідкі (мінеральні масла); пластичні (мастила); тверді мастила і змащувальні покриття; самозмащувальні матеріали; металоплакуючі мастила.

Змазування вертикальної кліті необхідно проводити відповідно до схеми (рис. 2.12) і таблиці змазування (табл. 2.1).

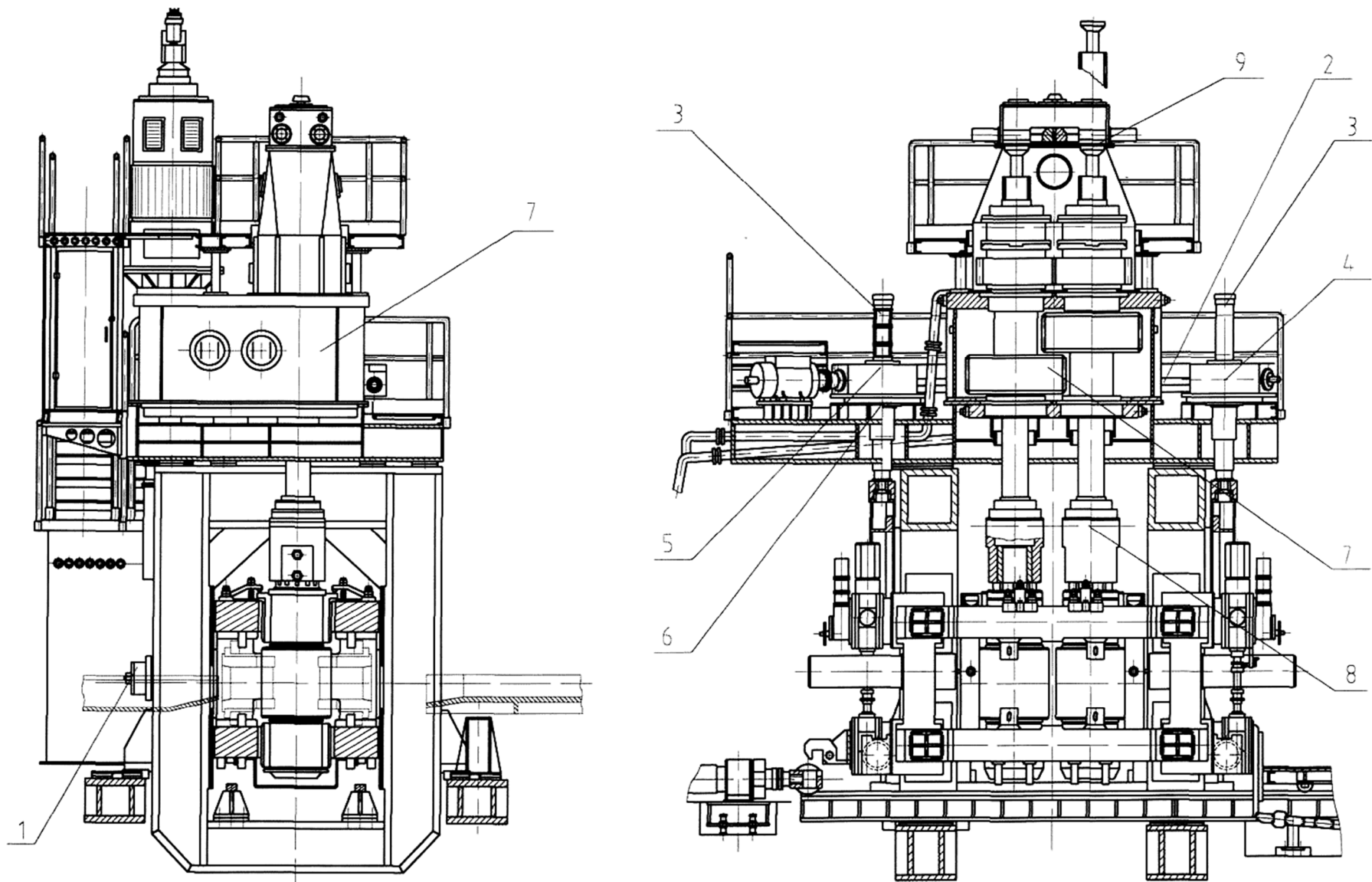


Рисунок 2.12 – Схема змащування вертикальної кліті 2В

Таблиця 2.1 – Таблиця змазування

Позиція за схемою	Найменування частин, що змазуються	Масильний матеріал	Кількість точок змазування	Спосіб подачі масильного матеріалу	Періодичність змазування	Витрати масильних матеріалів, см ³		Кількість масильних матеріалів для початкового заповнення, дм ³	
						на одну точку	на всі точки	на одну точку	на всі точки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Направляючі втулки гідроциліндра в гідрозатисках	Литол-24 ГОСТ 21150-75	2	Ресурсне змазування	1 раз на місяць	600	1200	2,5	5
2.	Підшипники хрестовин і шліцові з'єднання карданних валів	Трансол-100 ТУ38 УРСР 201.352-84	6	Те ж	1 раз у рік	20	120	0,05	0,3
3.	Гвинти механізму підйому касети, зубчате з'єднання гайки в черв'ячному редукторі і зубчате зачеплення кінематичного редуктора	Трансол-100 ТУ38 УРСР 201.352-84	2	Те ж	1 раз у рік	1500	3000	3	6

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Черв'ячне зачеплення і підшипники кочення в опорах черв'яка	ИРП-75 ТУ 38 УРСР 101.451-78	2	Заливання	1 раз у рік	45000	90000	45	90
5.	Верхній підшипник валу черв'ячного колеса черв'ячного редуктора	Трансол-100 ТУ38 УРСР 201.352-84	2	Ресурсне змазування	1 раз у рік	1000	2000	2	4
6.	Нижній підшипник валу черв'ячного колеса черв'ячного редуктора	Трансол-100 ТУ38 УРСР 201.352-84	2	Те ж	1 раз у рік	500	1000	5	10
7.	Зубчате зачеплення і підшипники кочення редуктора головного привода, верхні шарніри і шліцові з'єднання шпинделів	П8П ТУ 38 101.248-77	13	Від циркуляційної мастильної системи	Постійно під час роботи	—	204 л/хв	—	—
8.	Нижні шарніри шпинделів	Трансол-100 ТУ38 УРСР 201.352-84	2	Ресурсне змазування	1 раз у рік	25000	50000	25	50
9.	Втулки ковзання механізму осьової фіксації шпинделів	АМС-3 ДСТ 2712-75	6	Ресурсне змазування	1 раз у рік	20	120	0,05	0,3

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ

3.1 Система організації ремонтних робіт в прокатному цеху

Час роботи прокатного цеху визначається по провідному агрегату – прокатному стану. Час знаходження стану в експлуатації називається календарним. У календарний час входить робочий і неробочий час, останній включає зупинки стану на капітальний ремонт і планово-запобіжні ремонти на вихідні і святкові дні [10].

Для проведення капітального ремонту в плані передбачають спеціальну зупинку стану, звично один раз в рік тривалістю 4–8 діб. Капітальні ремонти на багатьох заводах виконуються розосередженим методом, тобто поступово, під час періодичних зупинок стану на планово-запобіжний ремонт. Тривала зупинка при цьому проводиться раз на три роки на 3–4 діб, головним чином для ремонту фундаментів і нагрівальних печей.

Визначаючи час зупинки обтискного стану на ремонт, враховують баланс заготівки для переділу в інших цехах з тим, щоб забезпечити їх безперебійну роботу. Зупинки станів, що працюють в потоці гарячого металу, узгоджуються між собою.

В даний час в основному застосовується безперервний режим роботи станів. Частота і тривалість зупинок на планово-запобіжний ремонт визначається станом обладнання, стійкістю валків, сортаментом продукції і прийнятою організацією проведення ремонтів. Планово-запобіжний ремонт (ПЗР) проводиться один або двічі в місяць, тривалість кожної зупинки від 8 до 24 годин, що складає в рік 12–24 діб.

Робочий час стану називається номінальним, воно ділиться на фактичний час і поточні простої.

До поточних простоїв відносять всі перерви в роботі стану, що супроводжуються зупинкою двигуна, а також всі простої через відсутність металу.

Поточні простої стану виникають унаслідок необхідності виконання ряду робіт за змістом і ремонту устаткування, по переходу з виробництва одного виду прокату на іншій, по заміні зношених валків, а також унаслідок різних організаційно-технічних неполадок. Головні причини поточних простоїв станів –

прийом і здача зміни (від 2,3 до 6,1%), ремонт устаткування, а також недолік металу. На сортопрокатних станах значну частку складають простої на перевалках і настройках стану.

Скорочення простоїв станів на перевалках можливо, головним чином, за рахунок правильного завантаження станів в монтажних кількостях відповідно встановленій спеціалізації і за рахунок підвищення стійкості валків. Під монтажним розуміють таку кількість прокату, яка може бути прокатане в даних валяннях до їх зносу.

Повторне плющення одного і того ж профілю протягом місяця викликає зайві простої на перевалці або зміні калібрів і настройці стану.

Як показує досвід передових підприємств, роботи за змістом і налагодці устаткування (закладка мастила, прибирання окалини, настройка) доцільно проводити при прийомі-здачі зміни протягом відведених для цього 20–30 мин. Що стосується планово-запобіжних ремонтів станів, то їх слід виконувати у відведений для цього неробочий час.

При належній організації і хорошій якості планово-запобіжних ремонтів, при дотриманні встановлених правил технічної експлуатації не повинно бути аварійних поломок устаткування і зупинок стану на поточний ремонт в робочий час. Тому плануються тільки необхідні поточні простої, пов'язані із змістом і ремонтом устаткування, прийомом і здачею зміни, перевалкою валків, зміною сорту, настройкою стану і ін. Для цього аналізуються фактичні простої; розробляються заходи щодо їх скорочення, вивчається досвід передових бригад, цехів і підприємств.

Тривалість простоїв на перевалці валків в робочий час розраховується відповідно до прийнятого місячного графіка плющення і встановлених норм часу на виконання цих робіт. Крупні перевалки по можливості приурочуються до ремонтних зупинок.

Тривалість простоїв на заміні ножів, дисків, пив і іншого замінюваного устаткування і інструменту встановлюється розрахунком, виходячи з нормативних термінів служби цих деталей і норм часу на їх заміну.

Поточні простої станів, викликані різними організаційно-технічними неполадками (відсутністю металу, палива, енергії і затримками з вини інших ділянок), в плані не передбачаються.

3.2 Планування ремонтів кранового устаткування

У сучасних умовах потокового й автоматизованого виробництва підйомно-транспортні машини є сполучними ланками в технологічному ланцюзі, що забезпечують безперервність виробництва і є основним регулятором потокового виробництва, органічною частиною технологічних процесів, що визначають ритм і продуктивність основного устаткування підприємств.

Усримання кранового устаткування в працездатному стані є одним з основних факторів, що впливають на нормальну роботу виробництва, і забезпечується його технічним обслуговуванням і плановими ремонтами.

На підприємствах чорної металургії системою ТОіР передбачені планові ремонти двох видів: поточні і капітальні.

Основним видом ремонту, спрямованим на відновлення працездатності устаткування, є поточний ремонт. У період між поточними ремонтами працездатність кранового устаткування підтримується їхнім технічним обслуговуванням, що включає також проведення дрібних ремонтних робіт.

Поточний ремонт виконується для забезпечення і відновлення працездатності устаткування і складається з заміни чи відновлення швидкозношуваних деталей і вузлів, вивірки окремих вузлів, елементів металоконструкцій, мастилопроводів, заміни масла в ємнісних (картерних) системах змащення, перевірки кріплень і заміни кріпильних деталей, що вийшли з ладу.

У залежності від характеру й обсягу робіт, виконуваних при зупинці кранів на поточні ремонти, і від тривалості таких зупинок поточні ремонти підрозділяються на перший поточний ремонт (П1), другий поточний ремонт (П2), третій поточний ремонт (П3) і четвертий поточний ремонт (П4). При цьому для того самого виду устаткування обсяг робіт для кожного попереднього виду ремонту входить в обсяг наступного, тобто поточний ремонт П2 цілком містить у собі роботи, виконувані при поточному ремонті П1, поточний ремонт П3 - роботи, виконувані при ремонті П2 і т. д.

Витрати на поточні ремонти відносяться на рахунок експлуатаційних витрат.

Капітальний ремонт виконується для відновлення справності і повного чи близького до повного відновлення ресурсу устаткування чи заміною відновлених будь-яких його частин, включно базові. До складу робіт з капітального ре-

монту входять роботи з модернізації устаткування і впровадженню нової техніки, виконувані у попередньо розроблених і затверджених проектах.

Роботи великого обсягу, виконувані з метою поліпшення основних технологічних параметрів агрегату, при яких, як правило, підсилюється чи замінюється металокопункція моста, збільшується потужність приводів і іншого устаткування відносяться до реконструкції.

Капітальним вважається ремонт устаткування з установленою періодичністю (не менш одного року), при якому, як правило, виконується повне розбирання агрегату, відновлення чи заміна всіх зношених деталей, вузлів і інших конструктивних елементів, ремонт базових деталей, збирання, вивірка, регулювання і випробування устаткування в холосту і під навантаженням.

Капітальні ремонти фінансуються за рахунок експлуатаційних витрат. Періодично в процесі експлуатації кранового устаткування виконуються часткові (два рази в рік) і повні (один раз у рік) огляди.

При частковому огляді кранового устаткування визначається ступінь зносу каната, а також рухливих частин моста крана. При повному огляді крім зовнішнього огляду проводять статичний і динамічний іспит крана.

Нормативи періодичності, тривалості і трудомісткості планових ремонтів устаткування розробляються на основі узагальнення передового досвіду підприємств в області організації і проведення ремонтів кранового устаткування з урахуванням практики розробки заводських ремонтних нормативів.

Періодичність зупинок устаткування на поточні і капітальні ремонти визначаються терміном служби деталей і технічним станом вузлів і механізмів агрегату, а тривалість зупинок – часом, необхідним для виконання найбільш трудомісткої (із запланованих на даний ремонт) роботи.

Періодичність ремонтів встановлена виходячи з трьохзмінної роботи устаткування при безпричинному графіку роботи.

Нормативна тривалість ремонтів визначає не календарний час простою, а фактичну загальну тривалість виконання власне ремонтних робіт (крім роботи з заміни технологічного устаткування, робочого інструмента, технологічній перебудові об'єкта і їм подібні).

Нормативна тривалість зупинок устаткування на усі види планових ремонтів включає також час на підготовку робочого місця до ремонту, очищення і промивання вузлів машин, випробування і налагодження устаткування після ремонту.

При реконструкції устаткування, а також при капітальному ремонті з реконструкцією окремих вузлів тривалість його простою встановлюється з урахуванням обсягу роботи, зв'язаної з реконструкцією.

Установленими нормативами періодичності поточних і капітальних ремонтів цілком визначається структура ремонтного циклу і кількість поточних ремонтів різних видів, здійснюваних у період між суміжними капітальними ремонтами устаткування.

Календарні плани ремонтів оформляють у виді річних і місячних графіків планово-попереджувальних ремонтів. Готові плани ремонтів складаються на підставі затвердженого плану капітальних ремонтів, встановленій періодичності і тривалості зупинок на ремонт, і періодичності ремонтів агрегатів, даних про стан устаткування, накопичених у процесі поточного догляду за устаткуванням і його обслуговування. При складанні графіків ППР враховуються дані накопичені в процесі експлуатації устаткування за минулий період і зафіксовані у відповідній документації (агрегатних журналах, журналах приймання і здачі змін, технічних паспортах, затверджених актах технічного обстеження об'єктів, що підлягають капітальному ремонту в планованому році та ін.); дані про виробничі показники останнього періоду роботи устаткування і роботи аналогічного устаткування на передових підприємствах.

3.3 Штат і система оплати праці ремонтного персоналу

Необхідна і достатня кількість робітників відповідної кваліфікації для обслуговування обладнання протягом робочої зміни визначається штатним розкладом цеху, який складає нормувальник на підставі розрахунків облікової чисельності. При розрахунку визначається: розміщений штат – штат в одну зміну, добова чисельність, залежна від режиму роботи; штат підміни на вихідні дні, відпустки і хвороби.

Штатний розклад чергових ремонтних робітників по ремонту обладнання станової ділянки сортопрокатного цеху представлений в таблиці 3.1.

Система оплати праці ремонтного персоналу – тарифна. Вона включає тарифно-кваліфікаційні довідники, тарифні сітки, тарифні ставки і тарифні коефіцієнти. Тарифно-кваліфікаційні довідники служать для призначення робітнику відповідного його кваліфікації розряду. В кожному параграфі довідника є три розділи: перший розділ містить опис і характеристику виконуваних робіт; дру-

гий указує навички й уміння робочого, який претендує на відповідний розряд; третій – наводить приклади робіт, які повинні виконувати робітники певного розряду.

Таблиця 3.1 – Штатний розклад чергових ремонтних робочих по ремонту обладнання станової ділянки сортопрокатного цеху

Професія	Число робітників	Годинна тарифна ставка
Слюсар ремонтник 6-го розряду	4	46,22 грн.
Слюсар ремонтник 5-го розряду	8	43,92 грн.
Електрозварник ручного зварювання 5-го розряду	4	43,92 грн.

Тарифна сітка є інструментом диференціації заробітної платні персоналу залежно від рівня кваліфікації, вона є шкалою, що визначає співвідношення в оплаті праці робочих різних розрядів. Вона характеризується: кількістю розрядів, темпом наростання тарифних коефіцієнтів, а також співвідношенням тарифних коефіцієнтів крайніх розрядів. Тарифний коефіцієнт показує в скільки разів оплата по даному тарифному розряду вище за оплату праці по першому розряду. Тарифна система є основною і важливою складовою в організації системи оплати праці. Диференціація оплати праці в залежності від характеру роботи, умов праці здійснюється за допомогою тарифних ставок. Тарифна ставка визначає розмір почасової оплати праці. Форма оплати праці ремонтних робітників – почасово-преміальна. За такої форми оплати праці, заробіток робітника визначається як сума добутка його тарифної ставки на відпрацьований час і суми преміальних. Робітники можуть преміюватися із засобів фонду оплати праці, утвореного за рахунок отриманого підприємством прибутку.

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 роботи стану (табл. 4.2), складемо баланс часу роботи стану на 2020 рік.

Таблиця 4.1 – Сортамент і обсяг виробництва стану 600 за 2018 рік.

№	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. квадрат	1489243	88,9
3	Кульова заготівля	13484	0,8
4	Сортова конструкція	11066	0,7
5	Трубна заготівля	15149	0,9
РАЗОМ:		1676125	100,0

Визначимо номінальний час роботи стану у добах:

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

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.

$$TН = 365 - 10 - 19,67 = 335,33 \text{ діб,}$$

Номінальний час роботи стану в годинах:

$$TН = 335,33 \cdot 24 = 8047,92 \text{ год.}$$

Визначимо фактичний час роботи стану шляхом вирахування 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 × тривалість змін, год.	3×8	3×8
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	1676125	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, налаштування й інше;
- поточний ремонт устаткування печей і ножиць.

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

Поточні простої складають 15-20 % від номінального часу.

Визначимо час поточних простоїв у роботі стану за доби, по формулі:

$$T_{ПП} = \frac{T_H \cdot T_{\%}}{100} = \frac{335,33 \cdot 15}{100} = 50 \text{ діб.}$$

У годинах це складе:

$$T_{ТП} = 1200 \text{ год.}$$

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 2018 рік;

$T_{\phi} = 4863$ год – фактичний час роботи стану за 2018 рік.

Річну продуктивність стану 600 визначимо по формулі:

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

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

Розраховуємо баланс часу роботи стану по відомій годинній продуктивності й обсягу виробництва. Розрахункові дані для порівняння з 2018 роком зведені в таблицю 4.2.

4.2 Розрахунок економічної ефективності

За 2018 рік стан 600 випустив 1676125 тон прокату, причому квадрат з цієї кількості склав 1489243 тони (докладніше в таблиці 4.1). Тому наочно продемонструємо ефективність заходів проекту на прикладі квадрата 100 на 100 мм.

У разі установки однієї додаткової вертикальної кліти в лінії безперервної групи клітей, дозволить за рахунок підвищення якості готового прокату збільшити об'єм виробництва орієнтовано на п'ять відсотків.

Розрахуємо собівартість одного метра профілю [11,12]:

$$C_1 = \frac{C}{K} = \frac{16884,3}{1,05} = 16080,28 \text{ грн,}$$

де $K = 1,05$ – коефіцієнт збільшення об'єму виробництва;

$C = 16884,3$ грн. – собівартість однієї тони квадрата 100×100 мм.

Визначимо здешевлення однієї тони профілю:

$$Y = C - C_1 = 16884,3 - 16080,28 = 804,02 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від установки однієї додаткової вертикальної кліті буде полягати в зниженні витрат по переробці.

Розрахуємо по формулі Банного витрати по переробці після виконання запропонованого заходу проекту.

$$n = \beta \cdot \xi \cdot W_1 / W_2 + (1 - \beta) \cdot \xi = 0,47 \cdot 4893 \cdot 1,00 / 1,05 + (1 - 0,47) \cdot 4893 = 4783,49 \text{ грн.},$$

де $\beta = 47\%$ – частка щодо постійних витрат у витратах по переробці, для прокатного виробництва;

$\xi = 4893$ грн. – витрати по переробці на одну тону квадрата;

W_1, W_2 – обсяг виробництва до і після проведення реконструкції.

Визначимо суму річного економічного ефекту:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (\xi - n) \cdot K \cdot \Pi = (4893 - 4783,49) \cdot 1,05 \cdot 1489243 = 171241350,98 \text{ грн.},$$

де $\Pi = 1489243$ т – річний обсяг виробництва квадрата за 2018 рік.

Обчислимо величину витрат на придбання, транспортування і монтаж однієї вертикальної кліті 800.

$$Z = Z_y + Z_{\text{тр}} + Z_m = 67800000 + 27120000 + 10180000 = 105100000 \text{ грн.},$$

де $Z_y = 67800000$ грн. – ціна однієї робочої кліті;

$Z_{\text{тр}} = 27120000$ грн. – витрати на транспортування;

$Z_m = 10180000$ грн. – витрати на монтаж.

Загальні витрати складуть:

$$Z_{\Sigma} = 2 \cdot Z = 2 \cdot 105100000 = 210200000 \text{ грн.}$$

Визначимо строк окупності витрат на реконструкцію:

$$C_o = \frac{Z_{\Sigma}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} = \frac{210200000}{171241350,98} = 1,23 \text{ року.}$$

Таким чином, реконструкція чорнової групи стану окупиться за рік та три місяці і почне приносити прибуток.

5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих чинників

При експлуатації стану 600 можливі наступні види травм: захоплювання частин одягу і кінцівок робітника валками, чи обертовими шпинделями і сполучними муфтами, опіки, а також удари й ушкодження осколками, що відлітають, коли прокочується метал [13].

До числа небезпечних фізичних виробничих факторів відносяться: машини, що рухаються, і механізми, незахищені рухливі елементи виробничого устаткування, заготівлі що пересуваються. На стані 600 основними двигунами є електромотори. Допоміжні пристрої, електрокрани, електролебідки, рольганги, шлепери, правильні машини, ножиці також приводяться в рух від електроприводів.

Наявність великої кількості електроустаткування і електромереж становить небезпеку для трудящих. При впливі електричного струму виникають електротравми – електричний удар, опік. Електричний удар можливий при зіткненні з токопідводними частинами устаткування. Опік обумовлений електричною дугою, що супроводжує комутаційні процеси в електричних ланцюгах.

Небезпека травмування при роботі з електроустановками може виникнути в наступних випадках: від дотику до неізольованих проводів, контактів, устаткування, що знаходиться під напругою; випадково, у результаті ушкодження ізоляції: від дотику до корпусів машин і апаратів; від близькості людини до упалого на землю проводу, що знаходиться під напругою; при помилковому відключенні роз'єднувача під навантаженням; з появою потенціалу на мокрих підлогах, стінах, при дотику до нерозрядженого конденсату або кабелю, від наведених напруг, при зворотній трансформації й в інших випадках.

Приміщення стану 600 відноситься до приміщення з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом і характеризується наявністю наступних умов: струмопровідні підлоги, висока температура в приміщенні цеху, наявність великої кількості електроустаткування. Окремі дільниці прокатного цеху різко відрізняються одна від одної метеорологічними умовами. На дільниці нагрівання, прокатки і транспортуванню гарячого металу температура навко-

лишнього середовища перевищує санітарні норми, має місце знижена вологість повітря.

У цеху більшість операцій супроводжуються виділенням значної кількості пилу. Великі фракції пилу швидко осідають, а дрібні – тривалий час знаходяться в повітрі. Пил, що утвориться при прокатці й обробці металу, негативно впливає на організм людини.

Іншим фактором, що характеризує шкідливість умов праці в прокатному виробництві, є загазованість.

Наявність різних газів в атмосфері цеху, обумовлено порушеннями технологічного режиму, несправністю і недосконалістю устаткування. До основних джерел виділення шкідливих газів на стані 600 відносяться нагрівальні пристрої, прокатний стан, механізми що ріжуть та інше технологічне устаткування.

Склад газів в атмосфері на ділянці нагрівальних печей характеризується наступними компонентами: сірчистий ангідрид (SO_2); окисли азоту (NO , NO_2).

У прольотах прокатного стану, на дільниці різання і складування металу, крім технологічних газів в атмосферу цеху надходить значна кількість газів, що утворюються при згорянні мастильних матеріалів. У таблиці 6.1 міститься інформація про стан повітря на робочих місцях у СПЦ.

У процесі прокатки виділяється значна кількість тепла, випромінюваного нагрітими заготівлями й устаткуванням стану.

Велика інтенсивність теплового випромінювання має місце на робочих місцях у нагрівальних печей, у прокатного стану, на дільниці ножиців, на складах готової продукції.

Безпечне обслуговування клітей стану 600 їхнього допоміжного устаткування і пристосувань досягаються при дотриманні наступних умов.

Усі частини і його устаткування встановлені і розташовані так, що забезпечено безпечний доступ для огляду і їхнього ремонту, а під час роботи цілком виключена можливість зіткнення робітника з обертовими частинами устаткування.

Усі сполучні шпинделі, муфти і корінні вали прокатного стану обгороджені з боків суцільними щитами, що попереджають механічний вплив фізично небезпечних факторів на людину. Також на стані 600 застосовуються обмежувальні пристрої – це конструкції, що обмежують зону, де можливий вплив на людину небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Найбільш розповсюдженими видами обмежувальних пристроїв є бар'єри, поруччя, поручні й інші при-

стосування, що обмежують визначену чи зону пересування обслуговуючого персоналу.

На стані 600 широко поширені захисні пристрої, що служать для запобігання можливого впливу на працюючих небезпечних виробничих факторів. До них відносяться різні екрани, що захищають людину та частини його тіла від травмування осколками, що відлітають у час гарячої прокатки.

У газових і гідравлічних системах широко застосовуються запобіжні пристрої, що попереджають виникнення небезпечних виробничих факторів при перевантаженні або перевищенні заданих параметрів (швидкості, тиску, температури) шляхом нормалізації параметрів або процесу відключення устаткування.

У механізмах і агрегатах цеху, а також в електроустаткуванні застосовуються запобіжні системи механічної, електромеханічної, фотоелектричної, електричної конструкції. Блокувальні пристрої або припиняють процес роботи устаткування, не допускаючи виникнення небезпечних виробничих факторів, або нормалізують параметри процесу роботи устаткування при їхніх відхиленнях вище встановлених меж.

На стані 600 застосовуються наступні види сигналізації: оперативна, попереджувальна й інформаційна. Попереджувальна звукова сигналізація, попереджає обслуговуючий персонал про пуск і зупинку устаткування, про порушення й екстремальні відхилення технологічних процесів.

Найбільш важких різновидів аварій є обвалення моста крана, коли його ходові колеса сходять зі шляху через несправність підкранових балок і рейкових шляхів. Постійний нагляд за станом моста крана необхідний для своєчасного виявлення дефектів – тріщин, деформації деталей і т.д. Нагляд повинний виробляється не рідше одного разу в квартал. Важливою умовою безаварійної роботи електромостових кранів є: справність гальмової системи, наявність системи ключових вимикачів, справність обмежників ходу кранової підвіски, виконання вимог пред'явлених до крюкової підвіски. Огляд кранів виробляється адміністрацією підприємства за участю представника Держгортехнадзору не рідше одного разу в 12 місяців. Ревізії й огляди кранового устаткування виробляються за графіком і результати заносять у журнал.

Для створення безпечних умов роботи з електричними установками на стані 600 застосовуються наступні заходи: 1) огороження і блокування; 2) засобу, що ізолюють робітника від землі; 3) сигналізація і попереджувачі написи; 4) захисне заземлення, занулення.

Внутріцехова електрична мережа виконана з ізольованих проводів кабелів, захисні оболонки яких задовольняють вимогам механічної міцності і стійкості. Для спусків від магістральних ліній електричного ланцюга ізольовані проводи прокладають у металевих трубах. Проводи минаючи через стіни, підлогу, стелі, не повинні стикатися з конструктивними елементами будинку, тому що усередині наскрізних отворів можуть скоплюватися пил, волога.

Кабелі усередині цеху прокладені по стінах, стелям і металевим конструкціям будинку, при цьому кабелі надійно прикріплені скобами, хомутами і спеціальними кріпленнями.

У зв'язку з перевищенням санітарної норми концентрації пилу на робочих місцях необхідно на стані 600 провести наступні заходи: уведення раціональних технологічних процесів і удосконалення устаткування, застосування ефективною герметизації й аспірації всіх джерел виділення пилу, зволоження пилу водою або парою; пристрій спеціального пилеуловлювання, вентиляції місць пилоутворення з очищенням повітря перед викидом його в атмосферу через систему фільтрів; регулярне прибирання пилу з робочих місць; застосування індивідуальних засобів захисту (респіраторів, окулярів, спецодягу тощо).

Основні заходи щодо зменшення загазованості пропонуються такі: забезпечення постійного нагляду за дотриманням технологічних інструкцій і інструкцій з техніки безпеки; дотримання затверджених технологічних режимів; проведення регулярних профілактичних оглядів устаткування і газових комунікацій для своєчасного виявлення витoku газу; забезпечення повного згорання газу та справного функціонування системи видалення продуктів згорання.

Наявність численних джерел теплового випромінювання вимагає дотримання спеціальних заходів для створення на цих ділянках нормальних санітарно-гігієнічних умов.

Для оздоровлення умов праці в місцях інтенсивного теплового випромінювання, пропонуються наступні заходи здійснення комплексної механізації й автоматизації технологічного процесу, щоб виключити роботу в зоні дії промислової енергії; застосування екранів, що відводять, що відбивають чи поглинають випромінюване тепло. Крім того, видалення надлишку тепла аерацією, застосуванням повітряних душів і охолодження поверхні на робочих місцях; застосування раціонального режиму праці і відпочинку, улаштування захищених від випромінюваного тепла й обладнані повітряними душами місця відпочинку, спеціальні кімнати з охолодженими стінами, а також проводити заходи щодо

особистої профілактиці працюючих (пристрій раціонального питного режиму, водяних душів, забезпечення належним спецодягом, спецвзуттям, окулярами).

В маслопідвалах на стані 600 при застосуванні високотемпературних процесів, мається постійна небезпека виникнення пожежі. У роботі з попередження пожеж головним напрямком є пожежна профілактика – система заходів, проведених з метою попередження пожеж, обмеження поширення виниклих пожеж, створення умов для евакуації людей з палаючих будинків і швидкого гасіння пожеж.

6.2 Заходи щодо виробничої санітарії

У зв'язку з різними метеоумовами, на дільниці стану, наявністю великого числа виїздів і виходів з будинку, у цеху існує велика кількість протягів, тому більшість місць і кімнат відпочинку обладнані опаленням і повітряними завісами. На пунктах керування для захисту від теплового впливу встановлена примусова вентиляція.

З метою збереження працездатності організму при роботі в умовах підвищеного тепловиділення в цеху встановлений режим. Кожна ділянка цеху обладнана джерелом питного водопостачання.

Прилягаюча територія до будинку стану 600 заасфальтована. Усі під'їзди і виїзди заасфальтовані. Для руху робітників спеціально передбачені тротуари, пішохідні доріжки містки і переходи.

У зв'язку з тим, що в процесі виробництва агрегати стану 600 виділяють у приміщення значну кількість тепла пилу і газів обмін повітряних мас у цеху відбувається природним шляхом. Природна вентиляція відбувається в результаті різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря, за рахунок дії вітру, що створює вітровий тиск.

Повітря, нагріте від устаткування, розпеченого металу і нагрівальних пристроїв, піднімається нагору і віддаляється через стулки аераційних ліхтарів у даху будинку. Свіже повітря надходить через прорізи в стіні будинку. Середній тиск повітря в цеху практично дорівнює тиску навколишнього атмосферного повітря, однак, рівність тисків (при відсутності вітру) спостерігається лише в якійсь горизонтальній площині, розташованій приблизно по середині висоти цеху і названою площею рівних тисків.

При аерації повітря надходить у цех без попередньої обробки.

Для освітлення приміщення стана 600 використовується штучне і природне освітлення. Правильне освітлення робочих місць у прокатному цеху має велике значення для створення безпечних умов праці. Незадовільне освітлення може послужити причиною травматизму, негативно впливає на зір робітників, знижує продуктивність праці.

Природне освітлення цеху здійснюється через світлові прорізи і світлові ліхтарі в даху будинку, тому його підрозділяють на бічне і верхнє. Природне освітлення усередині будинку звичайно набагато менше зовнішньої освітленості, і є недостатньою. Тому додатково використовується штучне освітлення.

Штучне освітлення в залежності від розташування джерела світла підрозділяють на загальне, місцеве і комбіноване. Загальне освітлення на стані 600 рівномірне і локалізоване. При рівномірному освітленні світильники висвітлюють робочі місця і все приміщення в цілому. Воно застосовується при симетрично розміщеному устаткуванні. Рівномірне освітлення досягається симетричним розташуванням світильників однакового типу й електроламп однакової потужності, підвішених по всьому цеху на одній висоті і відстані.

Локальне загальне освітлення характеризується несиметричним розташуванням світильників, тобто в місцях де створюється підвищена освітленість.

У світильних установках стану 600 застосовуються лампи накаливання і газорозрядні лампи.

Крім робочого освітлення в цеху встановлене аварійне освітлення. Воно призначено для безперебійного обслуговування агрегатів і устаткування у випадку виходу з ладу робочого освітлення і діє від незалежного джерела електроенергії.

Необхідність аварійного освітлення в приміщеннях прокатних цехів і на відкритих просторах виникає, якщо припинення робочого освітлення може викликати тривале порушення технологічного процесу; викликати виникнення вибуху, пожежі й отруєння внаслідок припинення нормального обслуговування устаткування і механізмів, а також порушення роботи таких об'єктів, як електричні станції і підстанції, вузли радіопередач, вузли водопостачання і т.д.

Багато технологічних операцій на стані 600 супроводжуються утворенням шумів низкою і високою частотою. Голосними шумами, рівень яких значно перевищує припустимі санітарні норми, супроводжується транспортування металу по рольгангу, прокатка його на стані, різання на ножицях.

Виробничий шум різної інтенсивності і спектра (частоти), довгостроково впливаючи на працюючих, приводить до зниження гостроти слуху, а іноді і до розвитку професійної глухоти в робітників

Для попередження шкідливого впливу шуму пропонуються наступні заходи.

Для зменшення шуму в джерелі його утворення на стані 600 по можливості заміняють ударні взаємодії деталей ненаголошеними, зворотно-поступальними рухами, обертальними, демпфірують вібрацію деталей які підлягають дії удару та окремих вузлів агрегату шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя: гумою, пробкою, бітумом, повстю, азбестом та ін. Агрегати що створюють потужний шум унаслідок вихроутворення вихлопу повітря або газу: вентилятори, повітродувки, пневматичні інструменти і машини на стані 600 постачають спеціальними глушниками або забезпечують окремим приміщенням.

Окремі операції у цеху пов'язані зі шкідливим впливом вібрації на організм людини. Вібрація сприймається робітниками лише при безпосереднім зіткненні з вібруючим устаткуванням. Розвиток вібраційної хвороби й інших несприятливих явищ залежить в основному від частоти вібрації й амплітуди коливань: чим вище частота вібрації і чим більше амплітуда коливань, тим більшу небезпеку являє вібрація у відношенні термінів розвитку і ваги вібраційної хвороби.

Робочі що обслуговують машини які є джерелом вібрації, повинні застосовувати спеціальне взуття та рукавиці що забезпечують віброгасіння. Робітники повинні виконувати встановлені правила безпеки. Крім того, робітникам варто користатися під час роботи пристосуваннями, що зменшують статичну напругу м'язів.

У цеху є достатня кількість санітарно-побутових приміщень. Мається душова з встановленими в ній шафками для одягу. У цеху розміщена достатня кількість санвузлів.

6.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Згідно СНіП 2.01.02. – 85 за ступенем пожежної небезпеки виробництво поділяють на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д.

СПЦ відноситься до пожежонебезпечного виробництва, категорії "Г", тому що воно пов'язане з обробіткою неспалених речовин у розпеченому стані, процес обробки яких зв'язаний з виділенням великої кількості тепла, іскор, окалини і т.д.

У цеху маються ділянки з підвищеною пожежонебезпекою – це мастилопідвали і склад ПММ.

Будівля стану 600 відноситься до пожежотривких. Вона виготовлена з заліза і бетону. Межа вогнестійкості будівлі складає 15 хвилин, що визначається межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій і межами поширення вогню по них.

Межею вогнестійкості називається тривалість у годинах від початку іспиту конструкції на вогнестійкість до виникнення одної з наступних ознак:

- утворення в конструкції наскрізних тріщин і отворів, через які проникають продукти чи згоряння полум'я;
- підвищення температури на поверхні конструкції, що обігрівається у середньому більш ніж на 1400С;
- утрата конструкцією несучої здатності, тобто обвалення її.

Для зниження пожежної небезпеки цех має пожежну сигналізацію і зв'язок. На вулиці навколо будинку цеху, у побутових приміщеннях і коридорах установлені пожежні крани високого тиску. На всіх дільницях маються протипожежні щити.

Для захисту будинку від блискавки застосовуються блискавковідводи, розташовані рівномірно по площі горизонтальної проекції будинку, що мають окремий заземлювач.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті запропоновано рішення, щодо збільшення перетину блюмів до 350x350 мм, що прокатуються на стані 600 з метою зменшення собівартості прокату за рахунок підвищення якості готового прокату та збільшення об'єму виробництва. а також розроблено заходи щодо виконання монтажу, ремонту, змащенню та організації технічного обслуговування обладнання, запропоновані заходи техніки безпеки та охорони праці.

1. Спираючись на досвід експлуатації та проектування прокатних клітей розроблено та запропоновано конструкцію додаткової вертикальної кліті, котра має бути включена до чорнової групи клітей стану 600, що дозволить збільшити об'єми виробництва орієнтовно на п'ять відсотків.
2. Під час проведення монтажно-ремонтних робіт вертикальної кліті доцільно використовувати 2 стропи виготовлені з канату ТЛК-О 6x37 (1+6+15+15)+1о.с. ГОСТ 3079-80 ((діаметр канату $d_k = 43,0$ мм; маркувальна група $\sigma_b = 1960$ МПа), а для кріплення рами машини глухі фундаментні болти з відгином (діаметр болта М64x6).
3. Пропоновані заходи дозволять отримати річний економічний ефект орієнтовно в розмірі 171241350,98 грн, а з урахуванням витрат на придбання обладнання, а також його транспортування та монтажу термін окупності складе 1,23 року.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Прокатные станы. Справочник в 3-х томах / В.Г. Антипин, С.В. Тимофеев, Д.К. Нестеров и др. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Metallurgiya, 1992. – Т.1 Обжимные, заготовочные и сортовые станы 500-950. – 416 с., ил.
2. А. С. 935144 СССР. В21 В13/06. Вертикальная клеть прокатного стана / Бобров Л.М., Хорьков В.Б., Скоркин Н.В. и Толоконников В.С. Заявлено 08.10.80. Опубл. 15.06.82, бюл. №22.
3. А. С. 1452632 СССР. В21 В13/06. Вертикальная клеть прокатного стана / Волченков И.Г., Сахаров О.Г., Шадрин В.И. Заявлено 04.06.87. Опубл. 23.01.89, бюл. №3.
4. А.С 1653872 СССР. В21 В13/06. Вертикальная прокатная клеть / Тавруев А.А., Громов А.А. Заявлено 09.06.89. Опубл. 07.06.91, бюл. №21.
5. 16. А.С. 1639811 СССР. В21 В13/06. Вертикальная прокатная клеть / Матвеев В.М., Тавруев А.А., Хорьков В.Б. Заявлено 26.12.88. Опубл. 07.04.91. Бюл. №13
6. А.С. 1690869 СССР В21 В13/06. Вертикальная клеть прокатного стана / Волченков И.Г., Сахаров О.Г., Вьюниченко Н.А. Заявлено 02.06.89. Опубл. 15.11.91. Бюл. №42
7. АС 2060066 СССР В21 В13/06 Двухкалибровая вертикальная клеть / Есипов В.Д., Мичурин Б.В., Колодезный В.И. Заявлено 19.07.94. Опубл. 20.05.96 Бюл. №14
8. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / Чернавский С.А., Боков К.Н., Чернин И.М. и др.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1987.-416с.
9. Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин. – М.: Metallurgiya, 1983. – 345 с.
10. Организация и планирование предприятий черной металлургии / Метс А. Ф., Штец К. А., Бельгольский Б. П., Щепилов Ф. И. – М. : Metallurgiya, 1986 – 560 с.

11. Экономика, организация и планирование производства на предприятиях черной металлургии / Бельгольский Б. П., Бень Т. Г., Зайцев Е. П. и др. – М. : Металлургия, 1982. – 416 с.
12. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: Учебное пособие для вузов / Л. А. Астреина, В. В. Балдесов, В. К. Беклешов и др. – М. : Высш. шк., 1991 – 176 с. : ил.
13. Бринза В. Н. Охрана труда в черной металлургии / В. Н. Бринза, М. М. Зиньковский. – М. : Металлургия, 1982. – 336 с.

ДОДАТКИ