

РЕФЕРАТ

Даний дипломний проект спрямований на підвищення надійності шпиндельного з'єднання кліті 730 шляхом заміни шпинделя на сучасну конструкцію.

У спеціальній частині приведений короткий опис напівбезперервного крупносортового стана 600, надано технічний кліті 730, поведений літературний і патентний огляд, розроблені заходи проекту, зроблені розрахунки елементів конструкції кліті 730 та шпинделя.

У розділі «Монтаж, ремонт і змащування обладнання» описані технології розбирання, складання та монтажу кліті 730, вибраний спосіб кріплення машини на фундамент, розраховані стропи для підйому шпинделів та фундаментні болти, розроблено схему геодезичного обґрунтування монтажу.

В частині «Організація технічного обслуговування і ремонтів» наданий опис ремонтного господарства цеху, описано розподіл функцій між ремонтним і черговим персоналом, організацію роботи чергових слюсарів, приведені обґрунтування штату і розрахунок фонду оплати праці ремонтної бригади чергових слюсарів.

В частині «Економічне обґрунтування інженерних розробок» визначені термін окупності та середня річна ефективність від запропонованих заходів проекту.

У розділі «Техніка безпеки та охорона праці» зроблений аналіз потенційних небезпек і шкідливостей у сортопрокатному цеху, запропоновані заходи щодо підвищення рівня охорони праці, описана пожежна безпека.

Дипломний проект складається з графічної частини і пояснювальної записки. Графічна частина містить 4 креслення загальним об'ємом 6 аркушів формату А1, котрі разом зі специфікаціями представлені в додатку пояснювальної записки на 8 сторінках формату А4. Пояснювальна записка містить 78 сторінок формату А4, у тому числі рисунків – 25, таблиць – 5, перелік посилань – 17.

Ключові слова: шпиндель 510 NEXUS, стан 600, кліть 730.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ	5
ВСТУП	6
1 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	7
1.1 НАПІВБЕЗПЕРЕРВНИЙ КРУПНОСОРТНИЙ СТАН 600	7
1.1.1 Технічна характеристика	7
1.1.2 Склад основного технологічного обладнання	8
1.2 ТЕХНІЧНИЙ ОПИС КЛІТИ 730	10
1.3 ВАЛКИ РОБОЧІ	14
1.4 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ШПИНДЕЛІВ	17
1.5 ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ПРИВОДУ КЛІТИ 730	23
1.5.1 Аналіз шпинделя 510 фірми NEXUS	23
1.5.2 З'єднання шпиндельне	27
1.6 РОЗРАХУНКИ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ	29
1.6.1 Розрахунок радіального підшипника шарніра	30
1.6.2 Розрахунок шарніра на міцність	32
1.6.3 Розрахунок валка на міцність	35
1.6.4 Розрахунок потужності електродвигуна для приводу валків	35
2 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ	37
2.1 ТЕХНОЛОГІЧНА ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗБИРАННЯ	37
2.2 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР КАНАТУ ДЛЯ СТРОПІВ	38
2.2.1 Вказівки до стропування машини та її вузлів	38
2.2.2 Розрахунок стропів для транспортування шпинделя	40
2.3 ВИБІР СПОСОБУ КРІПЛЕННЯ МАШИНИ ТА РОЗРАХУНОК ФУНДАМЕНТНИХ БОЛТІВ	41
2.4 РОЗРОБКА СХЕМИ ГЕОДЕЗИЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ МОНТАЖУ	47
2.5 ПОРЯДОК ЗБИРАННЯ, МОНТАЖУ ТА ВИВІРЯННЯ КЛІТИ 730	50
2.6 Змащування шпинделя	54
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ	56
3.1 ХАРАКТЕРИСТИКА РЕМОНТНОГО ГОСПОДАРСТВА СОРТОПРОКАТНОГО ЦЕХУ	56
3.2 РОЗПОДІЛ ФУНКЦІЙ МІЖ РЕМОНТНИМ І ЧЕРГОВИМ ПЕРСОНАЛОМ	57

3.3	ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ ЧЕРГОВИХ СЛЮСАРІВ	59
3.4	ШТАТ І СИСТЕМА ОПЛАТИ ПРАЦІ РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛУ	60
3.5	РОЗРАХУНОК РІЧНОГО ФОНДУ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ РЕМОНТНОЇ БРИГАДИ ЧЕРГОВИХ СЛЮСАРІВ	61
4	ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК	66
5	ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	67
5.1	АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ	67
5.2	ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ	73
5.3	ЗАХОДИ ЩОДО ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ	75
	ВИСНОВКИ	76
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	77
	ДОДАТКИ	79

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

ПРТ – підшипник рідинного тертя;

M_{\max} – максимальний крутний момент, який передається шарніром;

n – максимальна частота обертання шпинделя;

c – динамічна вантажопідйомність;

f_d – динамічний коефіцієнт;

f_h – коефіцієнт довговічності;

$f_{n\beta}$ – коефіцієнт, який враховує величину $n\beta$;

L_h – довговічність підшипника;

β – робочий кут шпинделя;

P_E – еквівалентне навантаження на один підшипник;

τ – напруга кручення;

d – діаметр валу шпинделя;

P – окружне зусилля;

M_k – момент кручення кулака вилки

a – плече крутного моменту;

h – висота перетину;

b – ширина перетину;

M_u – момент вигину кулака вилки;

c – плече моменту вигину;

σ_p – результуюча напруга

$N_{\text{дв}}$ – потужність електродвигуна;

$w_{\text{дв}}$ – кутова швидкість електродвигуна;

$M_{\text{дв}}$ – момент прокатки на валу двигуна;

M'_{np} – момент прокатки, приведений до валу двигуна;

M'_{mp} – приведений до валу двигуна момент сил тертя;

$M'_{\text{дин}}$ – динамічний момент, приведений до валу двигуна.

M'_{mp1} – момент тертя в підшипниках валків;

M'_{mp2} – момент тертя в передаточних механізмах;

ВСТУП

Подальший розвиток металургійного виробництва нерозривно пов'язано з упровадженням нових високоефективних технологій виробництва металопрокату. З цією метою розробляються проекти реконструкції діючих технологічних ліній і комплексів, що передбачають заміну застарілого металургійного обладнання новим, високопродуктивним, здатним задовольнити запити сучасної промисловості.

В рамках таких розробок вирішується одна з найголовніших задач чорної металургії – зниження собівартості прокату чорних металів, при значному підвищенні якості металопродукції, що випускається. Ця задача вирішується головним чином шляхом широкого технічного переозброєння підприємств чорної металургії. До числа важливих заходів у вирішенні цієї задачі відноситься реконструкція вже існуючих виробництв, з метою підвищення якості, надійності, економічності і продуктивності машин і обладнання.

Також якнайшвидшому переозброєнню металургійної промисловості сприяє удосконалюванню і розвитку організації і технології монтажу, технічного обслуговування і ремонту металургійного 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 заготівки 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 тонн.

Технічна характеристика:

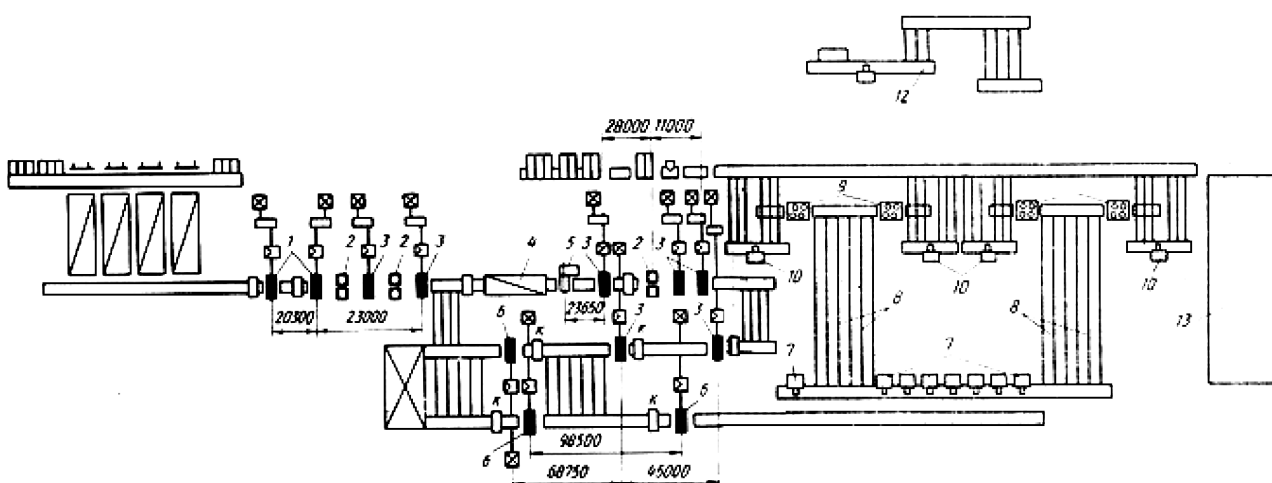
- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Розрахункова річна продуктивність стана | до 1,6 млн. т |
| 2. Сумарна потужність встановлених на стані електродвигунів 60000 кВт | |
| 3. Сумарна потужність головних електродвигунів | 36550 кВт |
| 4. Кількість робочих клітей | 15 |
| серед них: | |
| 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 заготівки | 1 |
| 12. Кількість ділянок рейкообробки | 1 |
| 13. Вага механічного обладнання стана | 16545 т |
| 14. Вага запасних частин | 520 т |
| 15. Вага змінних комплектів | 1120 т |

До складу обладнання стану 600 входять обладнання ділянок нагріваючих печей, ділянка робочої лінії, ділянки пил гарячої різки, ділянки холодильників,

ділянка холодної обробки, ділянки додаткової обробки прокату, ділянка обробки трубної заготівки, ділянка обробки рейок та інше.

1.1.2 Склад основного технологічного обладнання

Напівбезперервний крупносортний стан 600 (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 просторів 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

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 стійок 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 рольганга.

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 підігрівальна 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 фа-

сонних 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 Технічний опис кліті 730

Кліть 730 (рис. 1.2 і 1.3) призначена для деформації металу між обертовими валками.

Основні складові частини кліті 730 представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні складові частини кліті 730

Найменування	Маса, т	Габарити: довжина×ширина×висота, мм
Кліть 730 у зборі з провідковою арматурою і трубопроводами	74	3519×3140×5480
У тому числі:		
валок верхній з подушками	29	3050×2760×3680
валок нижній з подушками	13,9	3520×1100×785
траверсу в зборі	13; 10,7	3520×1100×785; 2540×1700×2740

Технічна характеристика:

- зусилля попередньої напруги кліті від гідроциліндрів, МН 8,0
- гідроциліндр попередньої напруги:

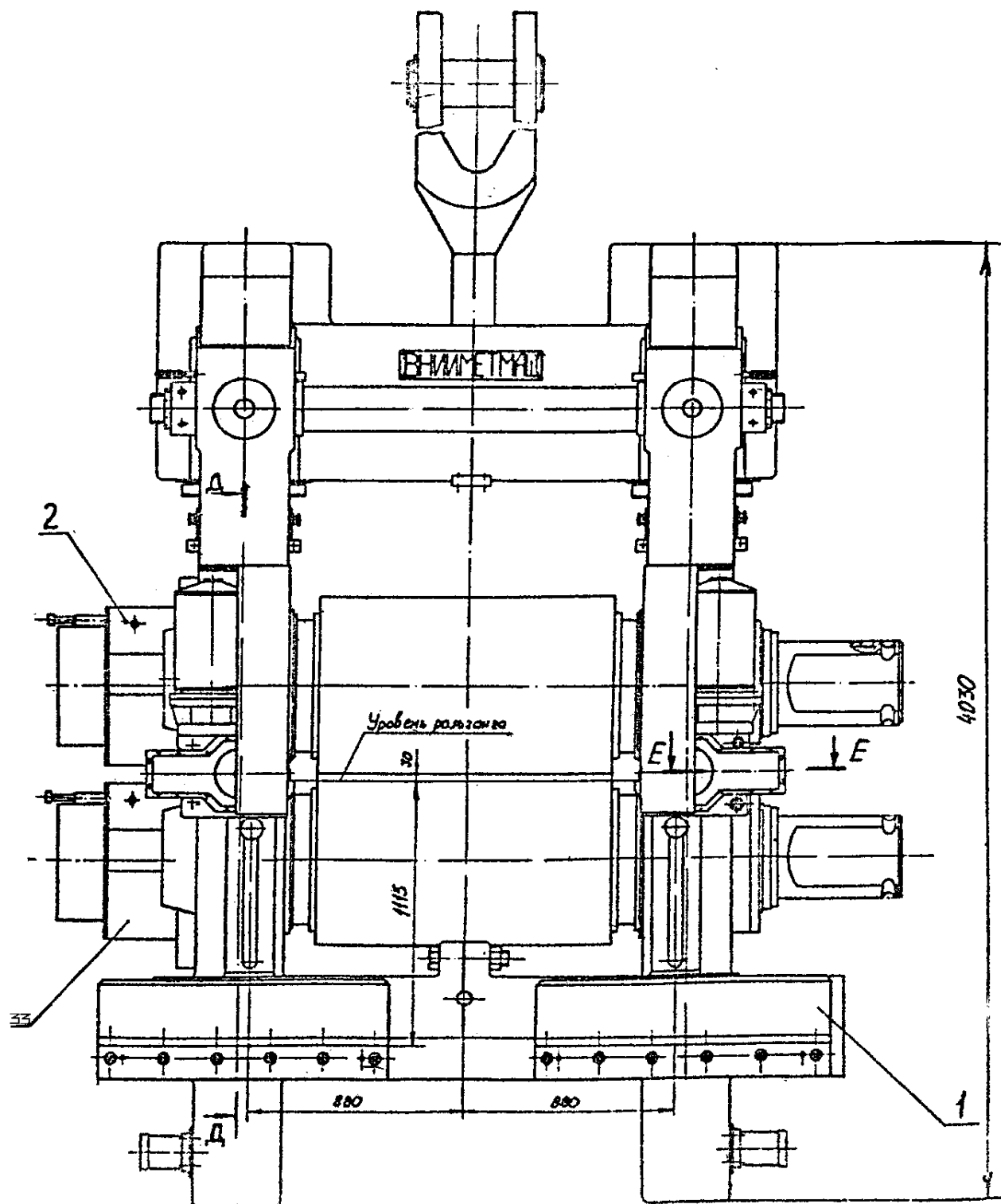


Рисунок 1.2 – Кліть 730 . Загальний вид (вид спереду)

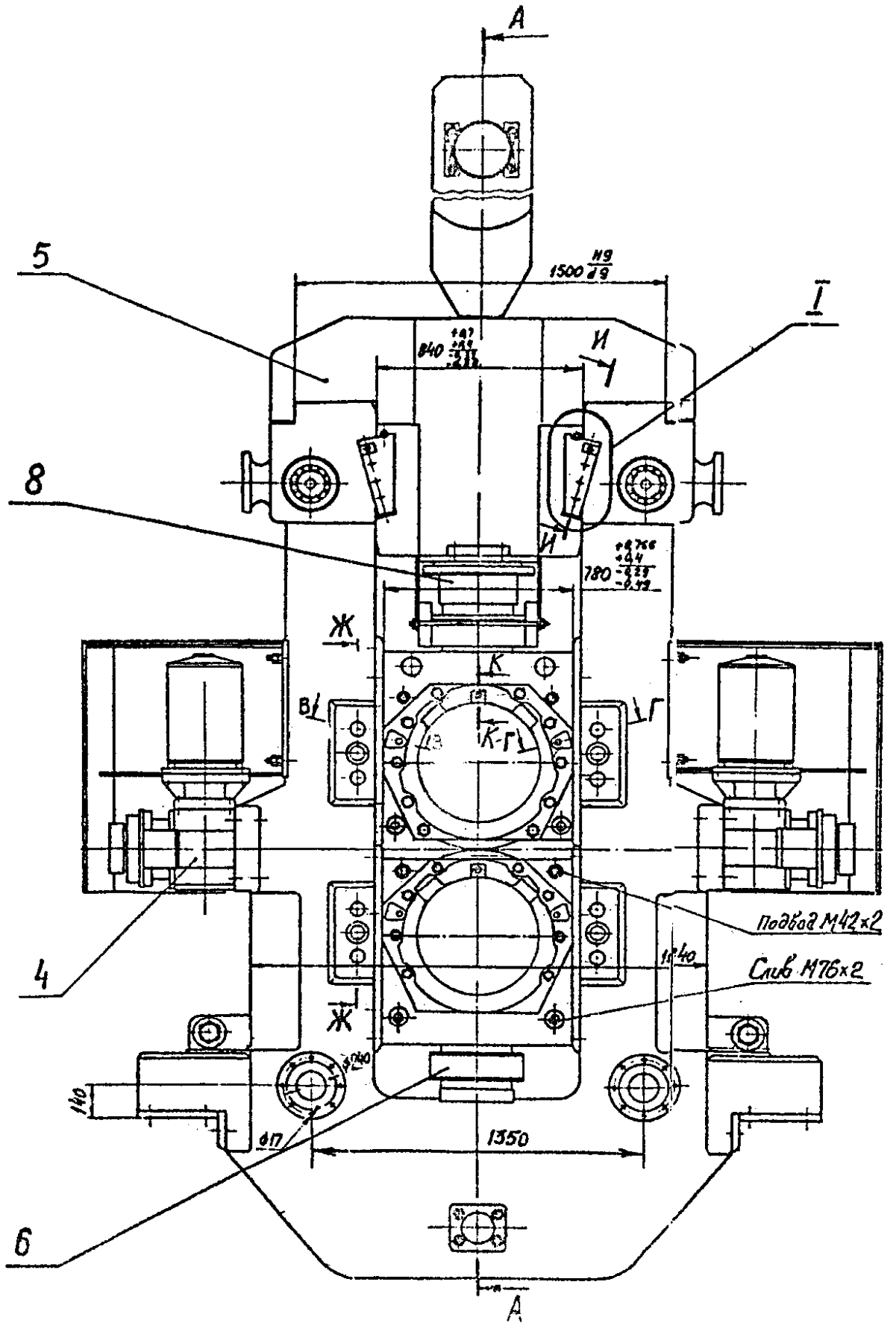


Рисунок 1.3 – Кліть 730 . Загальний вид (вид збоку)

- діаметр поршня, мм	400
- діаметр штока, мм	320
- найбільший хід поршня, мм	170
- кількість, шт	2
- тиск мастила, МПа	32
- діаметр отворів підведення	R/c ½
- зусилля осевого фіксування валків, МН	0,6

Електродвигун привода клинового механізму регулювання верхнього валка

- тип	Д 12У2
- потужність, кВт	2,5
- частота обертання, хв. ⁻¹	1180
- напруга мережі, В	220;
- виконання - фланцеве, вертикальне	
- кількість, шт	4

Датчик автоматизації

тип	ПДФ - 3
кількість, шт	4

Кліть 730 містить станину в зборі, верхній і нижній робочі валки в зборі з підшипниковими вузлами, механізми виставки верхнього валка по висоті і траверсу у зборі.

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

Ще одна пара роликів опор встановлюється між підшипниковими вузлами верхнього робочого валка і поршнями гідроциліндрів попереднього напруження кліті.

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

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

1.3 Валки робочі

Кожен робочий валок у зборі (рис. 1.4 і 1.5) містить валок 11, встановлений у сталевих подушках 12, на підшипниках рідинного тертя. З боку обслуговування на валку встановлені роликотпідшипники 13 для сприйняття осьового навантаження. Підшипники розміщені в стакані 14, який зв'язаний з корпусом 15 за допомогою нарізного сполучення. Корпус кріпиться болтами до подушки.

На стакан встановлене зубчасте колесо 16. У розточеннях корпусу змонтовані на підшипниках ковзання вали 17 і 18, що мають хвостовики квадратного перерізу, з розміром „під ключ” $S=24$ мм. Вали з насадженими на них шестірнями 19, зафіксовані від мимовільного повороту за допомогою фіксаторів. Обертанням вала 17 здійснюється переміщенням валка 11 в осьовому напрямку. Обертанням вала 18 здійснюється стопоріння валка.

Обертання валів здійснюється ключом-трещіткою.

Зібрані подушки кріпляться на валку з боку обслуговування за допомогою розрізного кільця 20, кільця різьбового 21, гайки 22, а з приводної сторони – кільця упорного 23.

З боку обслуговування валок закритий кожухом, на якому встановлений покажчик 24 осьового регулювання валка.

Обидві подушки робочого валка мають бічні виступи, призначені для фіксування подушок відносно стійки станини.

У нижній частині бічних виступів подушок верхнього робочого валка та у верхній частині бічних виступів подушок нижнього робочого валка розміщені вузли самовстановлювання подушок 25.

На подушках робочих валків з боку обслуговування і з приводної сторони виконані отвори для підведення мастила до ПРТ і до упорних підшипників, а також для його зливу.

Механізми встановлення верхнього валка

Встановлення верхнього валка здійснюється за допомогою чотирьох клинових механізмів (по двох на кожену подушку) з індивідуальним приводом від електродвигуна Д12 через черв'ячний редуктор.

Черв'ячні редуктори 26 із установленими на них електродвигунами 27 болтами кріпляться до стійок станини. У розточеннях станини встановлені повзуни 28, зв'язані з черв'ячними колесами редукторів ходовими гвинтами 29

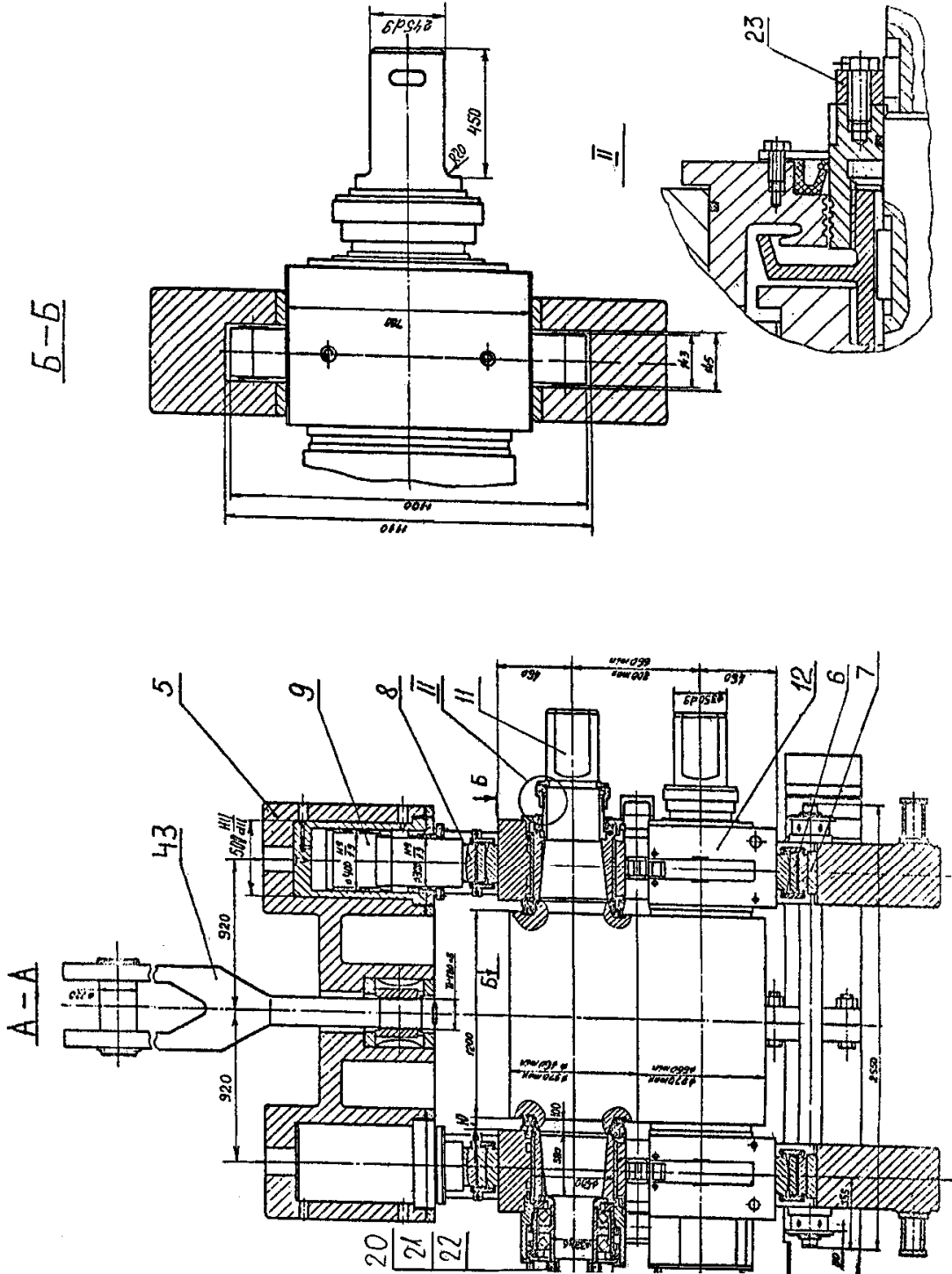


Рисунок 1.4 – Клінь 730 . Переріз А-А, Б-Б та вид II

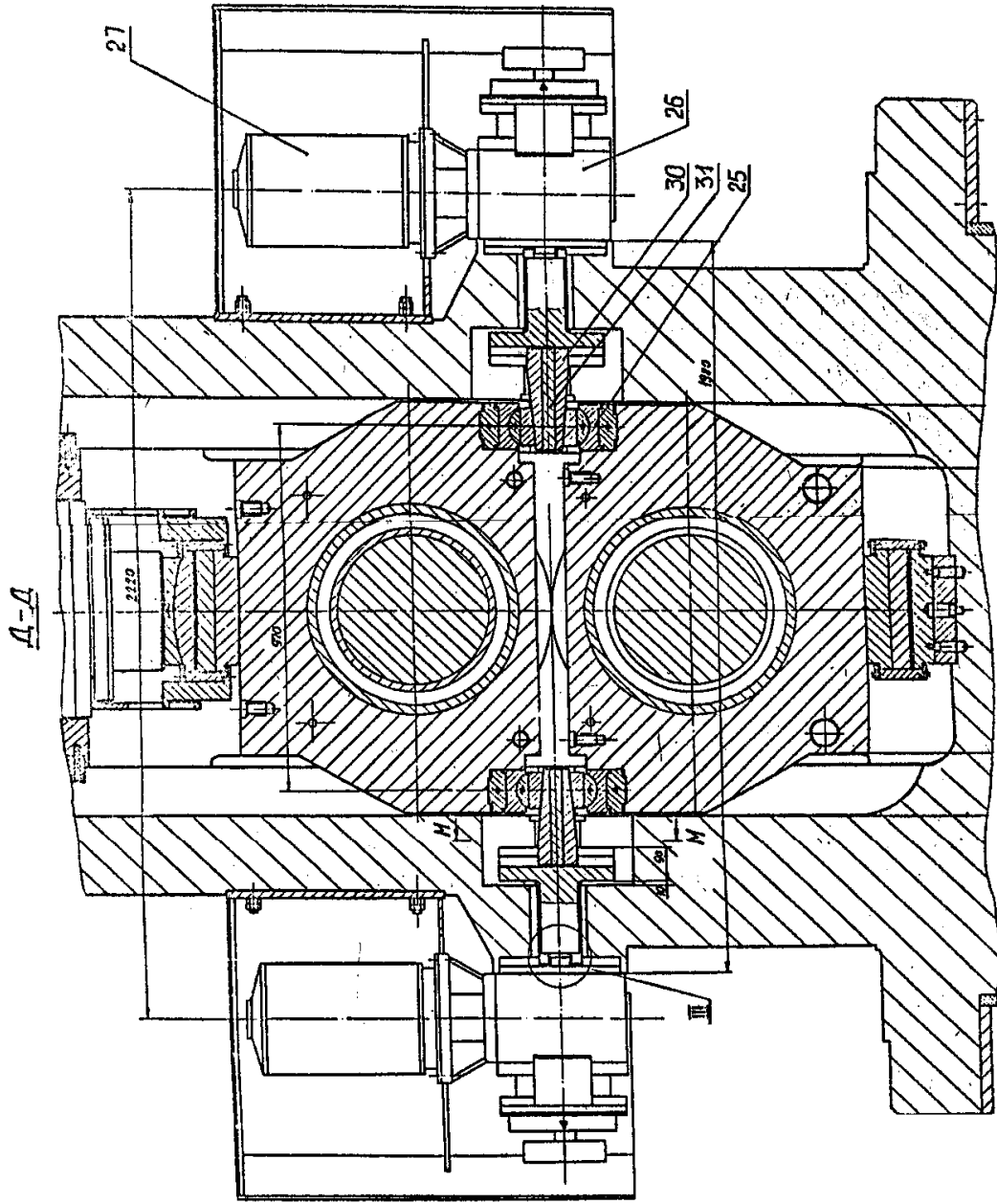


Рисунок 1.5 – Клізь 730 . Переріз Д-Д

1.4 Огляд існуючих конструкцій шпинделів

Вкладиш універсального шарніра ковзання [1].

Вкладиш універсального шарніра ковзання (рис. 1.6), що складається з центруючої частини, виконаної у вигляді здвоєного клину з ухілами по краях і що спираються на неї взаємно підпружинених сегментних елементів, причому в центруючій частині виконаний отвір під цапфу сухаря, а між поверхніми сполучення головки і сегментних елементів виконаний той, що фіксує в подовжньому напрямі замокнув у вигляді виступу, і відповідного йому паза, відрізняється тим, що, з метою підвищення стійкості і надійності роботи за рахунок зниження динамічних навантажень, вкладиш забезпечений додатковим замком, що фіксує в подовжньому напрямі, розміщеним між контактними поверхнями елементів 2. Вкладиш, що відрізняється тим, що фіксуючий замок виконаний в середній області центруючої частини і сегментних елементів.

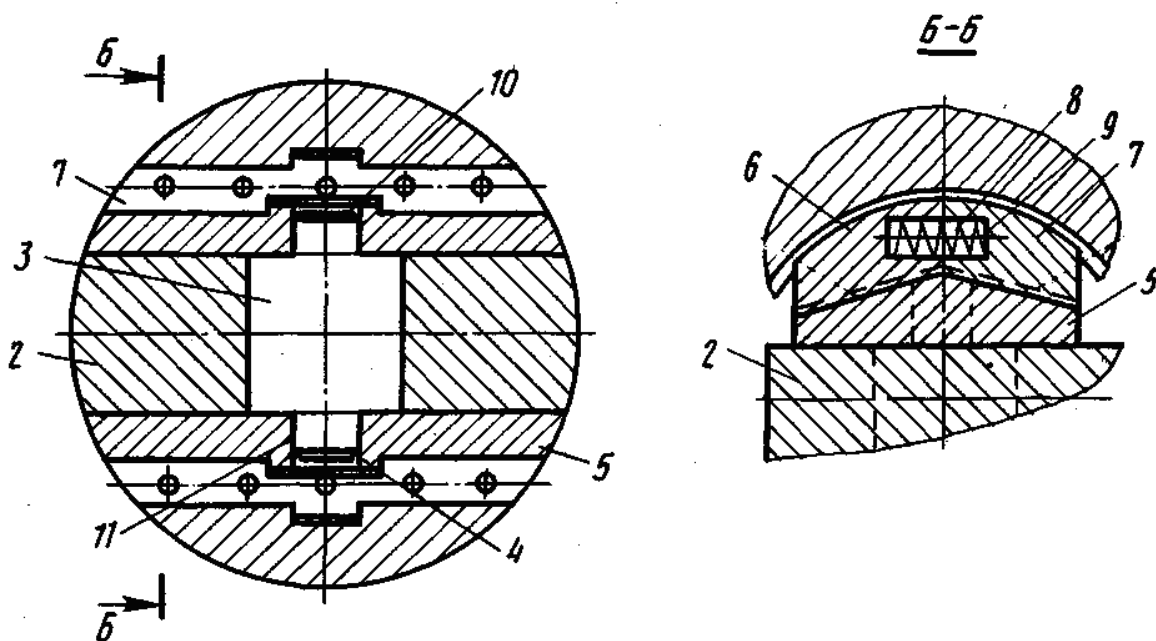


Рисунок 1.6 – Шарнір

Шарнір універсального шпинделя [2].

Шарнір універсального шпинделя (рис. 1.7), що включає лопать, вилку, встановлені між вилкою і лопаттю вкладиші, сполучний сухар і розміщені між кожним вкладишем і лопаттю в розточуваннях одного з цих елементів циліндрові сегменти з буртами, що відрізняється тим, що з метою підвищення терміну служби шарніра шляхом створення можливості оптимального поєднання мате-

ріалів пар, що труться, і посилення вкладиша, розточування під сегменти виконані в лопаті шарніра. Останніми роками розроблено декілька вдалив конструкцій універсальних шарнірів на підшипниках кочення за типом карданних валів автомобілів. Труднощі, що виникають при застосуванні таких шарнірів для передачі великих моментів (до 2–3 МНм), що крутять, шпинделями прокатних станів, зв'язані в сьогодення тільки недостатньою вантажопідйомністю підшипників кочення. Досвід експлуатації таких шпинделів на прокатних станах при передачі моментів, що крутять, до 0,8 МНм дав цілком задовільні результати. Шпиндель призначений для передачі моменту, що крутить, 50 кНм при швидкості обертання до 800 об/хв.

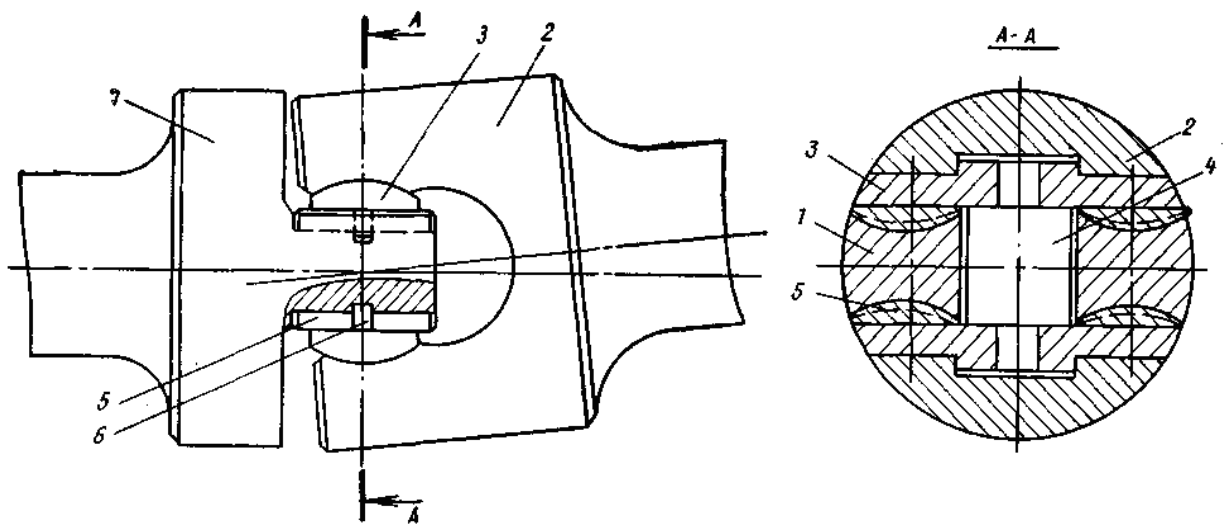


Рисунок 1.7 – Універсальний шпиндель

Універсальний шарнір [3]. Універсальний шарнір (рис. 1.8 і 1.9), що містить вилки ведучого і веденого валів, збірну хрестовину, виконану у вигляді центрального кубічного блока з елементами, що несуть, вмонтованими в нього за допомогою радіальних і упорних підшипників, що відрізняється тим, що, з метою збільшення здатності навантаження і терміну служби шарніра, що несуть, елементи виконані у вигляді двох осей, одна з яких вільно проходить крізь поперечний отвір інший і кожна з яких має можливість повороту щодо центру шарніра, при цьому кожна пара протилежних упорних підшипників зафіксована між елементом, що несе, і центральним кубічним блоком, а кінці елементів, що несуть, нерухомо закріплені в торцях вилок.

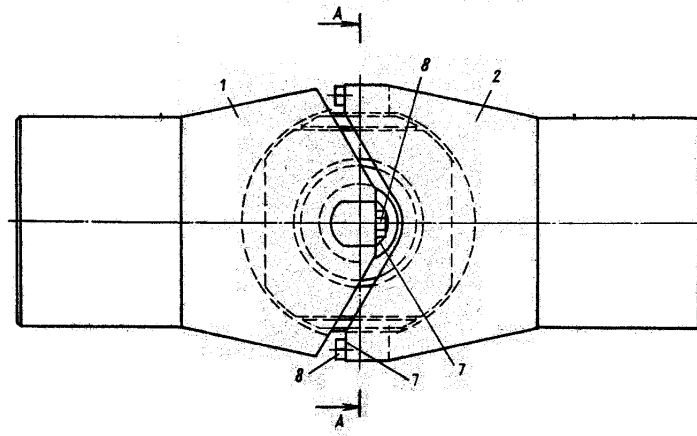


Рисунок 1.8 – Шарнір

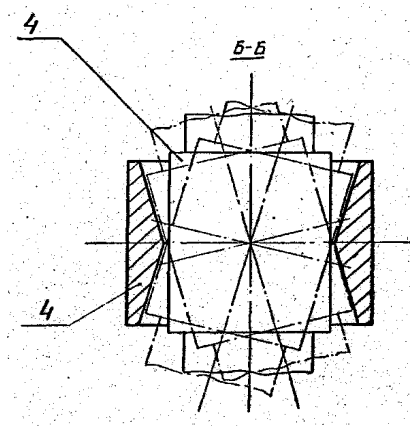


Рисунок 1.9 – Перетин хрестовини

Універсальний шарнір [4].

Універсальний шарнір (рис. 1.10), що містить вилки ведучого і веденого валів, елементи ущільнювачів і збірну хрестовину, виконану у вигляді центрального кубічного блоку з піввісь, змонтовані в ньому за допомогою розташованих в розточуваннях радіальних і упорних підшипників з можливістю осьового переміщення і закріпленими у вилках з можливістю переміщення, а також об'єднуюча розточування центральна кишеня, виконана в згаданому блоці, відрізняється тим, що, з метою скорочення допоміжного часу при обслуговуванні шарніра, піввісь забезпечені фланцями, що контактують з упорними підшипниками з боку центральної кишені, а розточування центрального кубічного блоку закриті кришками, в які вмонтовані елементи ущільнювачів, що контактують з піввісь, при цьому відстань між фланцями протилежних піввісь перевищує діаметр фланців, а відстань між елементами ущільнювачів, змонтованими в кришках, що закривають протилежні розточування центрального кубічного блоку, не перевищує двох довжин піввісь. Універсальний шарнір складається з вилок 1 і 2

ведучий і ведений вали (не показані), елементів ущільнювачів 3 і збірної хрестовини, виконаної у вигляді центрального кубічного блоку 4 з піввісями 5, змонтованими в ньому за допомогою розташованих в розточуваннях 6 радіальних підшипників 7 і упорних підшипників 8 з можливістю осьового переміщення і закріплені у вилках 1 і 2 з можливістю настановного переміщення. Розточування 6 об'єднані центральною кишенею 9.

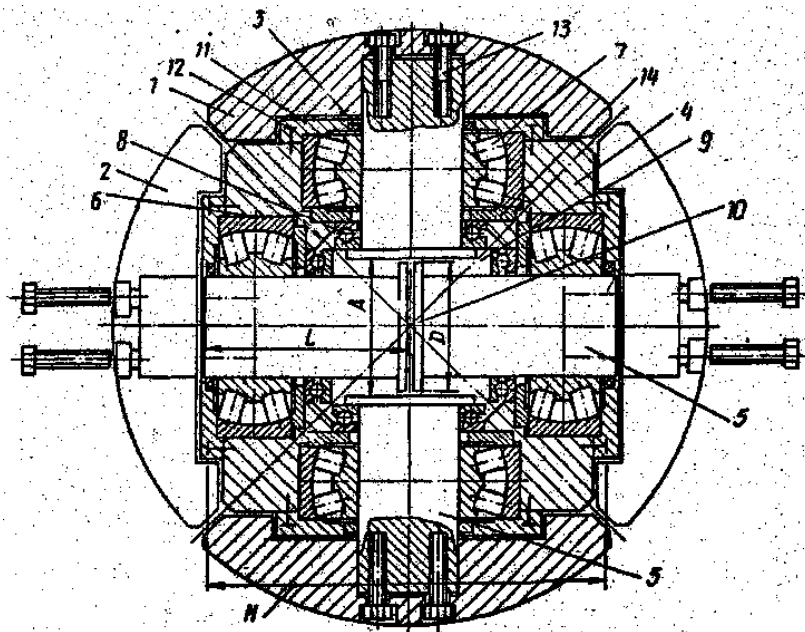


Рисунок 1.10 – Шарнір

Піввісь 5 забезпечені фланцями 10, що контактують з упорними підшипниками 8 з боку центральної кишені 9. Розточування 6 закриті кришками 11, закріплені на центральному кубічному блоці 4 за допомогою гвинтів 12. У кришки 11 вмонтовані елементи 3, що контактують з піввісями 5. Відстань А між фланцями 10 протилежних піввісь 5 перевищує діаметр фланців, а відстань Н між ущільнюючими елементами 3, змонтованими в кришках 11, що закривають протилежні розточування 6 центрального кубічного блоку 4, не перевищує двох довжин піввісь. Піввісь 5 у вилках 1 і 2 закріплені болтами 13. Між зовнішніми кільцями радіальних підшипників 7 і упорних підшипників 8 встановлені шайби 14.

Універсальний шарнір [5].

Універсальний шарнір (рис. 1.11) задля підвищення надійності і довговічності шарніра шляхом поліпшення умов змащування, виводи каналів на торцевих поверхнях розміщені один проти одного під кутом, рівним не більше ніж двом мінімальним кутам перекоосу шарніра. Для приводу валків станів при ве-

ликих швидкостях прокатки (до 30 м/с) застосовують шпинделі типу подовжених зубчатих муфт, зуби яких оброблені зовні по сфері і мають бочкоподібний перетин. Такі зубчаті шпинделі дають добрі результати в експлуатації, якщо кут нахилу шпинделя не перевищує $1^{\circ}30'$.

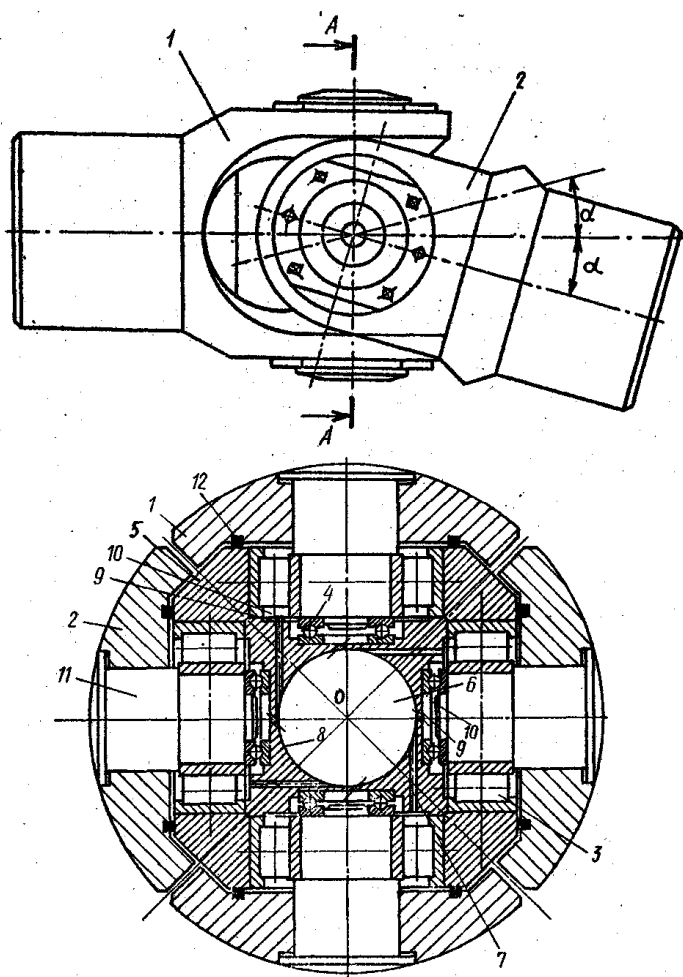


Рисунок 1.11 – Схема шпинделя на хрестовині

Шпиндель застосовується для чотиривалкової кліті безперервного стану кліті 500x1300x1200 для прокатки жести. Зубчаті втулки 1 і 3 виготовлені з високоміцної кованої сталі марки 35ХНВ, вал шпинделя 4 – із сталі 40Х. Зовні на зубчаті втулки спирається обойма – напівмуфта 2 з внутрішніми зубами, сполучена з фланцем втулки болтами (шпильками).

Урівноваження верхнього і нижнього шпинделів гідравлічне, здійснюване за допомогою трьох циліндрів, на плунжери яких спираються опори 5 середніх підшипників. Номінальний момент, що крутить, який передається одним шпинделем, рівний 100 кН-м. Кут нахилу верхнього шпинделя $1^{\circ}30'$. Тиск робочої рідини (масла) в циліндрах гідравлічного урівноваження 3 МПа. Змащування

зубчатих зачеплень – рідке заливне (періодично) або густе; змащування середніх бабітових підшипників – рідке циркуляційне.

Для приводу валків чистових клітей безперервних дрібносортних і проволочних станів, що працюють при великих швидкостях (до 2000 об/хв), універсальні шпинделі з бронзовими вкладишами і шпинделі з шарнірами на підшипниках кочення у багатьох випадках виявляються непрацездатними; перші – зважаючи на незадовільні умови змащування і швидкого зносу вкладишів, а другі – зважаючи на незначну довговічність підшипників кочення. При застосуванні цих шпинделів для даних умов роботи клітей виникає сильна вібрація валків при прокатці. На деяких з вказаних вище станах шпинделі були замінені кульковими універсальними шпинделями. Для усунення осьових зазорів передбачені пружинні упори. Для підвищення довговічності шарніра місце контакту стандартних кульок з втулками можна змінювати шляхом установки проміжних прокладок різної товщини. При експлуатації такі шпинделі показали довговічність в кілька разів вище, чим шпинделі з бронзовими вкладишами і чи шпиндель на підшипниках кочення. Вібрація шпинделів і валків повністю усунена.

Універсальний шарнір [6].

Універсальний шарнір шпинделя (рис. 1.12) з метою підвищення здатності, що несе, і довговічності шарніра шляхом обмеження пружних деформацій елементів розрізної порожнистої сферичної головки, остання забезпечена циліндровою втулкою, встановленою нерухомо по осі в її порожнині із зазором між пружними елементами головки і зовнішньою поверхнею втулки, при цьому величина зазору менше глибини паза обойми.

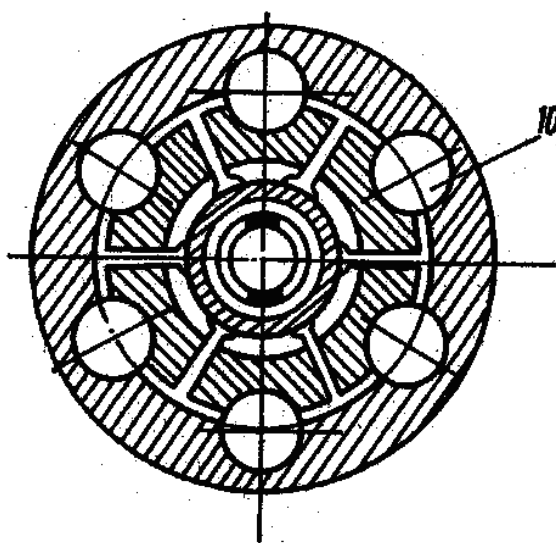


Рисунок 1.12 – Кульковий шарнір

Універсальний шарнір [7].

Універсальний шарнір, що містить зовнішню обойму і внутрішню головку з гніздами на поверхнях, звернених один до одного, ряд проміжних ланок, розміщених в гніздах головки, і елементи кочення, які встановлені в поглибленнях проміжних ланок, що відрізняється тим, що, з метою підвищення надійності шарніра, він забезпечений додатковим рядом проміжних ланок, встановлених в гніздах обойми, при цьому кожна проміжна ланка головки і обойми виконана у вигляді тіла обертання, усіченого уздовж осі, і має два поглиблення на усіченій поверхні під тіла кочення, що взаємодіють з двома сусідніми проміжними ланками іншого ряду, причому поглиблення одного з лав проміжних ланок виконані з радіусами, що перевищують радіус елементів кочення.

1.5 Заходи щодо підвищення надійності роботи приводу кліті 730

Основним недоліком використовуваних на існуючій конструкції кліті 730 шпindelних з'єднань є відносно невеликий міжремонтний період, що за умови проектної виробничої потужності складає 1 раз на 4 місяці.

Враховуючи проведений огляд існуючих конструкцій шпindelних з'єднань найбільш надійними є шпindelі з універсальними шарнірами, оскільки мають підвищену надійність та довговічність шарніра.

Зокрема високу надійність та довговічність показали шпindelі 510 фірми NEXUS, що були встановлені на клітях 850 (рис. 1.13). Даний тип шпindelя за своїми технічними та геометричними параметрами цілком підходить для використання на клітях 730. Термін служби до першого ремонту 5,5 роки

1.5.1 Аналіз шпindelя 510 фірми NEXUS

Шпindelі 510 (рис. 1.14) в загальному випадку призначені для передачі руху (обертання) і потужності в робочих машинах між вхідними і вихідними валами при такому неспіввісному розташуванні цих валів (табл. 1.2), коли кут перекошу середньої частини карданного шпindelя не перевищує $12,5^\circ$, момент-140 кНм, швидкість обертання - 330 об/хв.

З'єднання шпindelя служить для утримання шпindelів в корпусі стільця шпindelя при передачі ними обертання від шестерінчастих валків на робочі валки, маніпуляції лівими хвостовиками шпindelів при посадці їх на хвостовики робочих валків, переміщення в шліцьових втулках шестерінчастої кліті при-

водних шліцьових хвостовиків шпинделів під час переустановлення робочої кліті з калібру на калібр.

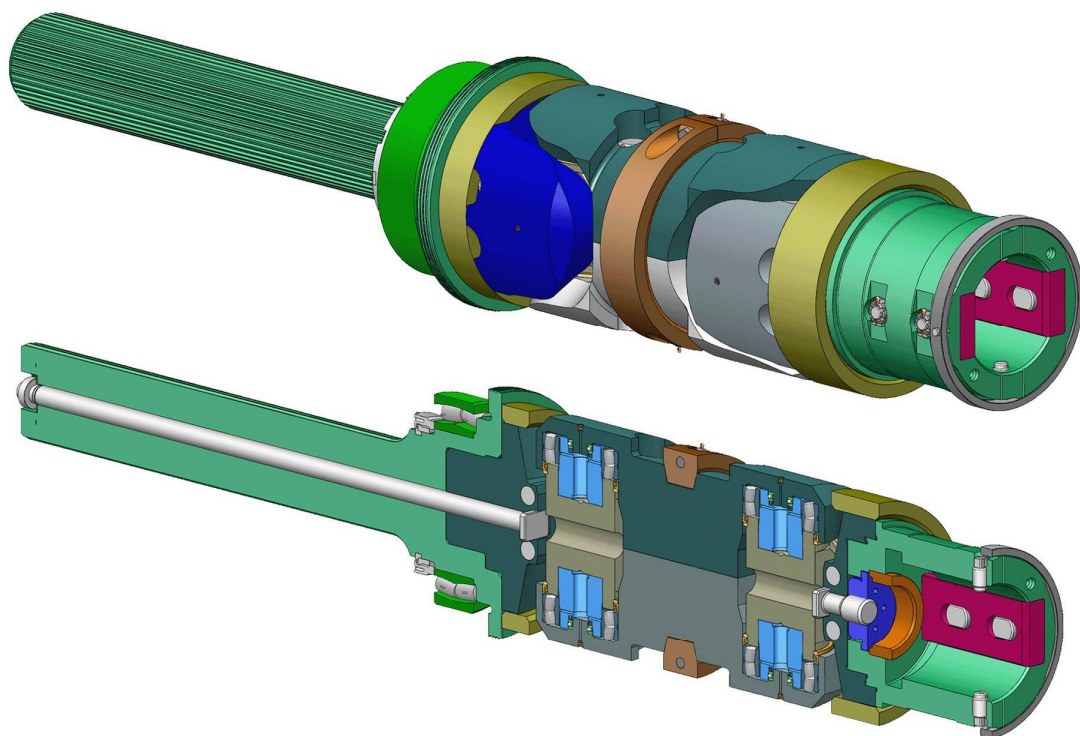


Рисунок 1.13 – Тривимірна модель та загальний вид шпинделів 510 фірми NEXUS, що були встановлені на клітях 850

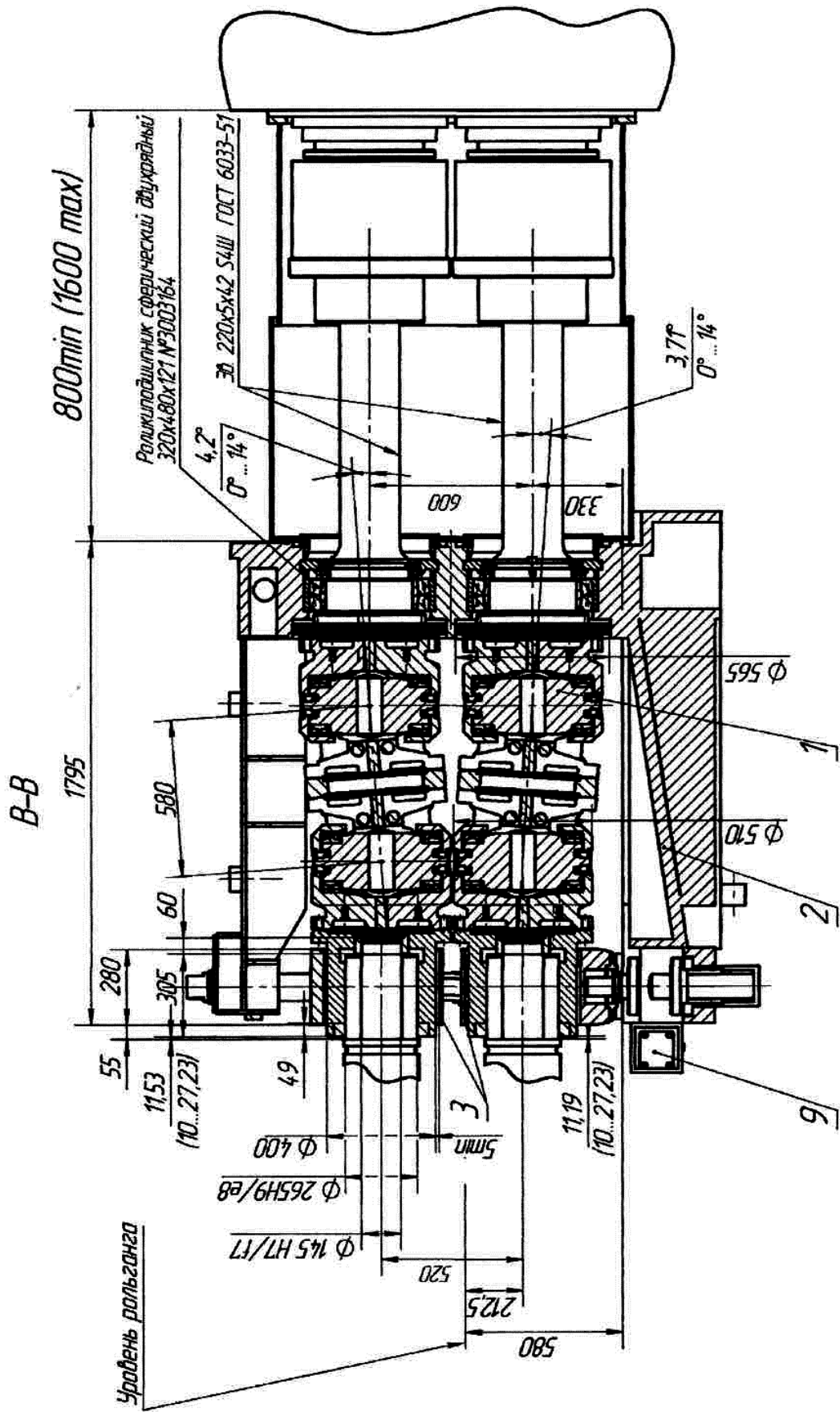


Рисунок 1.14 – Шпиндельные соединения

Таблиця 1.2 – Основні технічні дані і характеристики

Найменування основних параметрів	Значення
1. Шпindelь 510	
1.1 Тип шарніра	кардан на підшипниках кочення
1.2 Піковий (максимальний) момент, що крутить, який передається шпинделем, кНм	414
1.3 Максимальний робочий момент, що крутить, який передається шпинделем, кНм	400
1.4 Швидкість обертання шпинделя, об/хв, не більш	330
1.5 Допустимий кут перекосу осей шарнірів шпинделя, град: монтажний робочий	14 12,5
1.6 Відстань по осях шарнірів шпинделя, мм	580
1.7 Довжина шпинделя, мм: при нульовому вугіллі перекосу шарнірів при монтажному вугіллі перекосу (14град.) при робочому вугіллі перекосу (12,5 град.)	2960 2943 2946
1.8 Зовнішній діаметр шарніра, мм	510 510
1.9 Зовнішній діаметр хвостовика правого, мм	565
Найменування основних параметрів	Значення
2. Пристрій підтримки траверс	
2.1 Навантаження, що допускається, на один талреп, кН, не більш	120
2.2 Зовнішній діаметр різьблення гвинтів талрепов: правих лівих	M48-64
2.3 Хід гвинтів (загальний), мм не більш: верхнього нижнього	240 160

1.5.2 З'єднання шпindelьне

З'єднання шпindelьне складається з двох шпindelів 510 (верхнього і нижнього) і стільця шпindelя, додатково обладнаного пристроєм підтримки траверс (подушок) з'єднання шпindelя.

Пристрій і робота шпindelя

Шпindel 510 складається з двох карданних шарнірів, втулки сполучної і двох хвостовиків - лівого в зборі і правого.

Основу кожного шарніра складають хрестовина і вилки, що взаємодіють між собою за допомогою радіальних роликотідшипників сферичних дворядних і підшипників кулькових упорних одинарних сферичних. Вилки роз'ємні, утворені парою напіввилок, які маркіровані одним порядковим номером і застосовуються спільно.

Хрестовина складається з цілісного корпусу, що має по взаємно перпендикулярних осях чотири цапфи під радіальні підшипники. По торцях цапф хрестовини виконані хвостовики з різьбленням під кришки (гайки), призначені для фіксації упорних підшипників у вилках.

Напіввилки мають ступінчасту зовнішню циліндрову поверхню. З внутрішньої сторони в напіввилках виконані розточування, в яких розміщені радіальні підшипники з вузлами ущільнювачів. У напіввилках підшипники закріплені стопорними кільцями, а на цапфах хрестовини вони мають можливість самовстановлюватися в осьовому напрямі. У зовнішній частині напіввилок виконані розточування, в яких розміщені упорні підшипники.

Між собою напіввилки з'єднуються (утворюючи вилку) двома прецизійними болтами М42 з гайками, що нагвинчують з попередньою напругою (попередня напруга створюється при $M_{кр}=1000\text{Нм}$) і зафіксованими від відгвинчування клеєм LOCTITE262. У площині роз'єму вилки встановлена кругла шпонка для сприйняття тангенціальних навантажень.

На фланцях вилок шарніра є по 144 V-образних торцевих зуба, які входять в зачеплення з зубами, виконаними на фланцях хвостовиків лівого і правого, і втулки сполучної. Всі фланці в осьовому напрямі стягнуті болтами (шпильками) М24 з попередньою напругою, створюваним моментом загвинчування - $M_{кр}=180\text{Нм}$.

Для дозаправки мастилом порожнин шарніра на кожній з напіввилок є по два отвори з конічним різьбленням.

Сполучна втулка служить для з'єднання шарнірів карданних в осьовому напрямі. Хвостовик лівий в зборі складається з хвостовика лівого, такого, що взаємодіє з розточуваннями подушок з'єднання шпинделя при технологічних операціях під час перевалки робочої кліті, а також із змінних деталей, що контактують з хвостовиком робочого валка, - планок, втулки тієї, що центрує, кільця змінного. Під планки рекомендується підкладати фольгу з алюмінію.

Хвостовик правий з одного боку має шліцьовий вал для з'єднання з шліцьовою втулкою шестерінчастого валка, а з іншої - фланець з торцевими зубами і отворами для з'єднання з фланцем шарніра карданного. На хвостовику виконано посадочне місце під сферичний підшипник для фіксації шпинделя в осьовому і радіальному напрямках в стільці шпинделя.

Передача моменту, що крутить, від шестерінчастої кліті до прокатних валків здійснюється таким чином. Шліцьові хвостовики праві шпинделів, знаходячись в зачепленні з шліцьовими втулками шестерінчастих валків, передають обертання вилкам правого карданного шарніра через V-образні торцеві зубці. Вилки, взаємодіючи з цапфами хрестовин (за допомогою радіальних підшипників, що сприймають радіальне навантаження та упорних підшипників, що сприймають осьове навантаження), передають обертання через торцеві зуби на сполучні втулки, ліві карданні шарніри, хвостовики ліві і далі на робочі валки прокатної кліті.

Положення подушок після з'єднання шпинделів з хвостовиками валків виставляються (регулюються і утримуються) талрепами так, щоб між розточуваннями подушок і зовнішніми поверхнями лівих хвостовиків шпинделів був гарантований кільцевий зазор в найвужчому місці не менше 5 мм.

При перевалці робочої кліті талрепи не перешкоджають підйому подушок плунжерами гідроциліндрів для вибірки знизу кільцевих зазорів, завдяки наявності пазів в кронштейнах і проушинах.

Експлуатаційні обмеження.

Технічні характеристики шпинделя 510, недотримання яких неприпустимо за умовами безпеки і відступ від яких приведе до передчасного виходу з ладу шпинделя, приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Експлуатаційні обмеження шпинделя

№ п.п.	Найменування показника	Значення показника
1	Температура металу при прокатці в робочій кліті °С, не менше: балок (по шийці) балок (по фланцях) швелерів (по стінці) куточків квадратних і круглих профілів	850 875 850 900 900
2	Зусилля прокатки, кН, не більш	3000
3	Момент, що крутить, на один шпиндель, кНм, не більш: піковий (захоплення і викид смуги) при сталому процесі прокатки	140 100
4	Робочий кут перекоосу осей шарнірів шпинделя, град не більш	12,5
5	Число оборотів шпинделя, об/хв, не більш	330
6	Неспівпадання осей шліцьових валів шпинделів щодо осей шестерінчастих валків, мм, не більш	
	по вертикалі	0,18
	по горизонталі	0,1
7	Температура поверхні шарнірів шпинделя °С, не більш	70

1.6 Розрахунки елементів конструкції

Вихідні дані до розрахунку:

- максимальний крутний момент, який передається шарніром, $M_{\max}=414$ кНм;
- максимальна частота обертання шпинделя $n=330$ об/хв.;
- кут перекоосу вісі шарнірів $12,5^\circ$.

1.6.1 Розрахунок радіального підшипника шарніра

Виконуємо розрахунок радіального підшипника шарніра на довговічність за методикою Бейзельмана Р. Д. Для розрахунку вибираю підшипник вітчизняного та імпорного виробництва та перевіряю їх на працездатність по силовим параметрам.

До даних геометричних параметрів шарніру підбираю роликпідшипник (рис. 1.15) радіальний сферичний дворядний № 30003526: $d=150$ мм, $D=270$ мм, $B=73$ мм, $D_T=31$, $l=26,4$ мм, $z=18$, $c=432$ кН, $c_0=540$ кН /8, с. 469/.

Розрахункову динамічну вантажопідйомність визначаю в залежності від максимального крутного моменту на шарнірі [8, с. 142]:

$$c = \frac{M_{\max} \cdot f_d \cdot f_h \cdot f_{n\beta}}{2,6 \cdot R},$$

де M_{\max} - максимальний крутний момент, який передається шарніром, $M_{\max} = 414$ кН;

f_d - динамічний коефіцієнт, при помірних штовханнях та ударах $f_d=1$;

f_h - коефіцієнт довговічності, вибираю по таблиці 24 [8, с. 128], при $L=8000$ годин $f_h=2,3$;

$f_{n\beta}$ - коефіцієнт, який враховує величину $n\beta$.

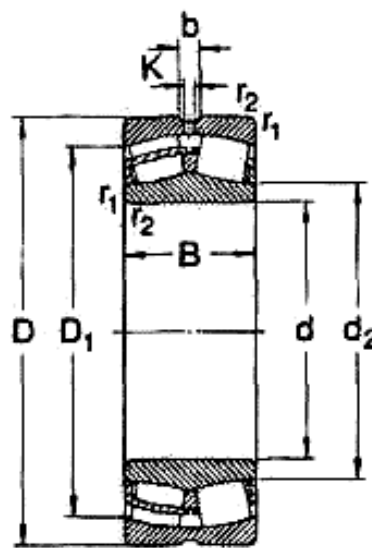


Рисунок 1.15 – Підшипник кочення

Максимальна частота обертання шпинделя $n=330$ об/хв.

$$n\beta = 330 \cdot 5 = 1650 \Rightarrow f_{n\beta} = 2,34.$$

$$c = \frac{414 \cdot 10^3 \cdot 2,3 \cdot 2,34}{2,6 \cdot 0,2} = 4285 \text{ кН.}$$

Розрахункова вантажопідйомність підшипника значно перевищує його фактичну - підшипник не задовольняє умовам роботи шарніра, або дана методика повністю не відображає характер навантаження підшипника.

Розраховую вантажопідйомність підшипника в залежності від конструктивних особливостей [8, с104].

Для роликотпідшипників:

$$c = f_c (i \cdot l \cdot \cos \alpha)^{7/9} \cdot z^{3/4} \cdot D_T^{29/27},$$

$$\frac{D_T \cdot \cos \alpha}{d} = \frac{31 \cdot \cos 11^\circ}{150} = \frac{31 \cdot 0,9816}{150} 0,203 \Rightarrow f_c = 7,92$$

При $z=18$ $z^{3/4}=9,1$ [8, с108].

При $D_T = 31$ $D_T^{29/27} = 41,654$ [8, с. 109].

$$c = 7,92(2 \cdot 26,4 \cdot 0,9816)^{7/9} \cdot 9,1 \cdot 41,654 = 645 \text{ кН.}$$

Результат порівнюю з довідковими даними підбраного підшипника $c = 432$ кН. Отримана розрахункова довговічність перевищує фактичну, підшипник буде мати малу довговічність при роботі в таких умовах.

Довговічність підшипника кліті 730:

$$L_h = \frac{1,5 \cdot 10^6}{n_E \cdot \beta} \left(\frac{c}{P_E} \right)^{10/3},$$

де β – робочий кут шпинделя, $\beta = 4,2^\circ$;

P_E - еквівалентне навантаження на один підшипник.

$$P_E = \frac{M_E}{a} = \frac{80,23}{0,4} = 200,58 \text{ кН.}$$

$$L_h = \frac{1,5 \cdot 10^6}{106,54 \cdot 4,2} \left(\frac{437}{200,58} \right)^{10/3} = 44938 \text{ часа.}$$

$$\frac{44939}{8000} = 5,6 \text{ лет.}$$

1.6.2 Розрахунок шарніра на міцність

Виконую розрахунок шарніра (рис. 1.16) на міцність [10,с.200].

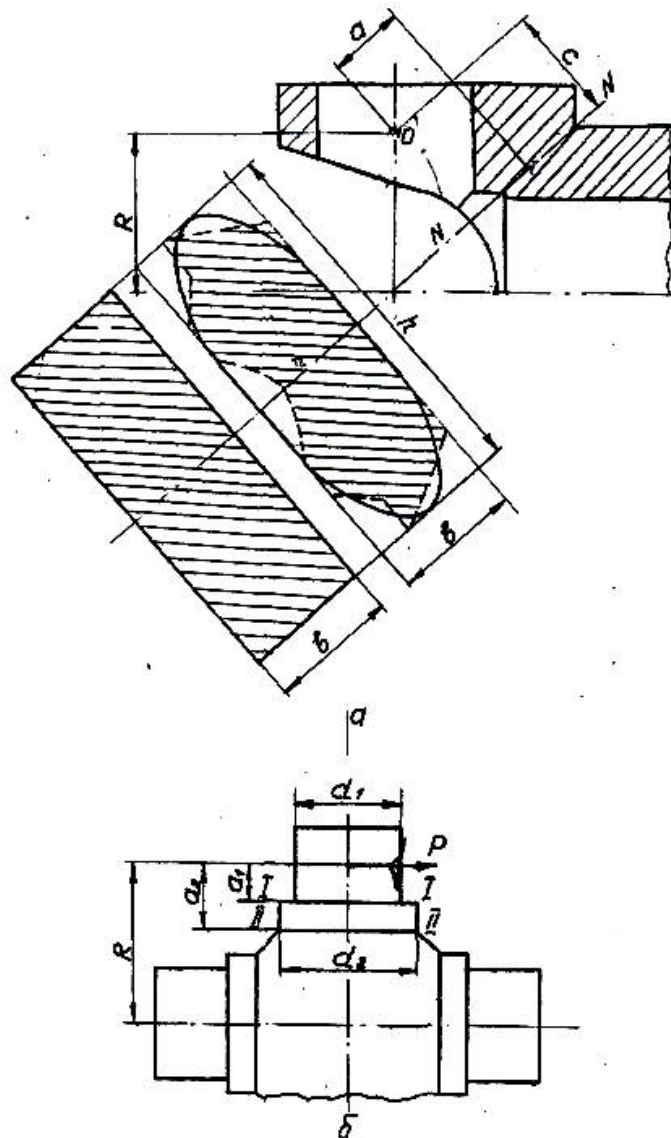


Рисунок 1.16 – Схема до розрахунку шарніра

Напруга кручення

$$\tau = \frac{16 \cdot M_{\max}}{\pi \cdot d^3},$$

де d – діаметр вала шпинделя, $d=360$ мм;

$$\tau = \frac{16 \cdot 414 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,36^3} = 45,2 \text{ МПа.}$$

Вилка шарніра.

Окружне зусилля P :

$$P = \frac{M_{\max}}{2 \cdot R} = \frac{414 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,2} = 1035 \text{ кН.}$$

Момент кручення кулака вилки

$$M_k = P \cdot a,$$

де a – плече крутного моменту.

$$M_k = 1035 \cdot 0,06 = 62,1 \text{ кНм.}$$

$$W_k = 0,25 \cdot h \cdot b^2,$$

де h – висота розрахункового перетину, $h=350$ мм:

b – ширина розрахункового перетину. $b=175$ мм.

$$W_k = 0,25 \cdot 0,35 \cdot 0,175^2 = 2679 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Напряга кручення

$$\tau = \frac{M_k}{W_k} = \frac{62,1 \cdot 10^3}{2679 \cdot 10^{-6}} = 23 \text{ МПа.}$$

Момент вигину кулака вилки

$$M_u = P \cdot c,$$

де c – плече моменту вигину.

$$M_u = 1035 \cdot 0,11 = 113,85 \text{ кНм.}$$

$$W_u = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0,175 \cdot 0,35^2}{6} = 3573 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_u} = \frac{113,85 \cdot 10^3}{3573 \cdot 10^{-6}} = 32 \text{ МПа.}$$

Результуюча напряга

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_u^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{32^2 + 3 \cdot 23^2} = 51 \text{ МПа.}$$

Хрестовина.

$$M_u = P \cdot a_1,$$

де a_1 - плече прикладання окружної сили відносно основи цапфи, $a_1 = 50$ мм.

$$M_{u1} = 1035 \cdot 0,05 = 51,75 \text{ кНм.}$$

$$\sigma_u = \frac{M_{u1}}{W_{u1}} = \frac{51,75 \cdot 10^3}{305 \cdot 10^{-6}} = 162 \text{ МПа.}$$

$$W_{u1} = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32},$$

де d_1 - діаметр цапфи, $d_1 = 146$ мм.

$$W_{u1} = \frac{3,14 \cdot 0,146^3}{32} = 305 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$M_{u2} = P \cdot a_2,$$

де a_2 - плече прикладання окружної сили відносно основи хрестовини, $a_2 = 64$ мм.

$$M_{u2} = 1035 \cdot 0,064 = 66,24 \text{ кНм.}$$

$$W_{u2} = \frac{\pi \cdot d_2^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,2^3}{32} = 785 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

$$\sigma_{u2} = \frac{M_{u2}}{W_{u2}} = \frac{66,24 \cdot 10^3}{785 \cdot 10^{-6}} = 84 \text{ МПа.}$$

$$\tau_{cp} = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 1035 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,146^2} = 62 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{b \cdot d_1} = \frac{1035 \cdot 10^3}{0,073 \cdot 0,146} = 97 \text{ МПа.}$$

$\sigma_{3M} < [\sigma_{3M}] = 150 \text{ МПа}$, тобто умова міцності виконується.

1.6.3 Розрахунок валка на міцність

$$\sum M_A = 0$$

$$P \cdot x - R_B \cdot A = 0$$

$$R_B = \frac{P \cdot x}{A} = \frac{3000 \cdot 1080}{2160} = 1500 \text{ кН}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A \cdot 2160 - P(A - x) = 0$$

$$R_A = \frac{P(A - x)}{A} = \frac{3000(2160 - 1080)}{2160} = 1500 \text{ кН}$$

$$\sum F = 0$$

$$R_A - P + R_B = 0$$

$$1500 - 3000 + 1500 = 0$$

$$M_x = R_A \cdot x = 1500 \cdot 1080 = 1620 \text{ кНм}$$

$$\sigma_{II} = \frac{M_x}{W} = \frac{2700 \cdot 10^3}{0,4 \cdot d^3} = \frac{1620 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 0,73^3} = 10,4 \text{ МПа}$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{0,2 \cdot d^3} = \frac{400 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 0,73^3} = 5,1 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{рез} = \sqrt{\sigma_{II}^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{10,4^2 + 3 \cdot 5,1^2} = 13,6 \text{ МПа}$$

$\sigma_{рез} < [\sigma]$ - умова міцності виконана.

1.6.4 Розрахунок потужності електродвигуна для приводу валків

Потужність електродвигуна визначається по формулі [10,с.82]:

$$N_{дв} = M_{дв} \cdot \omega_{дв},$$

$\omega_{дв}$ – кутова швидкість електродвигуна;

$M_{дв}$ – момент прокатки на валу двигуна.

$$M_{дв} = M'_{np} + M'_{тр} + M'_{дин}$$

де M'_{np} - момент прокатки, приведений до валу двигуна;

M'_{np} - приведений до валу двигуна момент сил тертя;

$M'_{дин}$ - динамічний момент, приведений до валу двигуна.

$$M'_{np} = \frac{M_{np}}{i}$$

$$M_{np} = 2 \cdot P \cdot a$$

де P – повне зусилля прокатки, $P=3000$ кН;

a – плече прикладення зусилля прокатки, [10,с.65].

$$M_{np} = 2 \cdot 3000 \cdot 0,0023 = 13,8 \text{ кНм}$$

$$M'_{np} = 13,8 \cdot 1 = 13,8 \text{ кНм}$$

$$M'_{mp} = M'_{mp1} + M'_{mp2}$$

де M'_{mp1} - момент тертя в підшипниках валків;

M'_{mp2} - момент тертя в передаточних механізмах.

$$M'_{mp1} = \frac{4 \cdot P \cdot \mu_n \cdot r_n}{2 \cdot i} = \frac{4 \cdot 3000 \cdot 0,04 \cdot 0,3}{2} = 72 \text{ кНм}$$

Витрати на тертя в передаванні від двигуна до валків враховується коефіцієнтом корисної дії. Тоді, не розраховуючи величини M'_{mp2} можна відразу визначити, що $M'_{mp} = M'_{mp1}$.

$$M'_{дин} = \frac{m \cdot D_i^2}{4} \frac{dw}{dt}$$

$$M'_{дин} = \frac{0,85}{4} = 2,1 \text{ кНм}$$

$$M_{\partial\partial} = 13,8 + 72 + 2,1 = 87,9 \text{ кНм}$$

$$w_{\partial\partial} = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 350}{30} = 36,6 \text{ с}^{-1}$$

$$N_{\partial\partial} = 87,9 \cdot 36,6 = 3217 \text{ кН}$$

Вибираємо електродвигун типу П-21-80-15К потужністю 3250 кВт з частотою обертання 350 об/хв.

2 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

2.1 Технологічна послідовність розбирання

Під час проведення ремонтів, а також ревізію обладнання слід проводити розбирання обладнання. При цьому необхідно поділити машину на окремі деталі або вузли з метою їх огляду, ревізії і ремонту.

Оскільки шпindelне з'єднання входить до складу приводної лінії кліті 730, то розглянемо послідовність розбирання кліті 730 разом із приводом.

Розбирання кліті 730 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 різьбового 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

Процес монтажу, демонтажу та ремонту шпindelного з'єднання кліті 730, як було відзначено раніше (див. підрозділ 2.1) необхідно провадити в поєднанні з цими ж процесами по відношенню до кліті 730 в цілому.

Під час підйому вузлів машини і транспортування їх до місця установки або огляду та ремонту слід виконувати такелажні роботи по ув'язці вузлів гнучкими підвісками (стропуванню). Такелажні роботи виконувати за допомогою вантажопідйомних засобів і механізмів, пристосувань і машин.

2.2.1 Вказівки до стропування машини та її вузлів

На рисунку 2.1 показані рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках при стропуванні шпindelів [15]. При стропуванні важливо правильно визначити центр ваги вантажу.

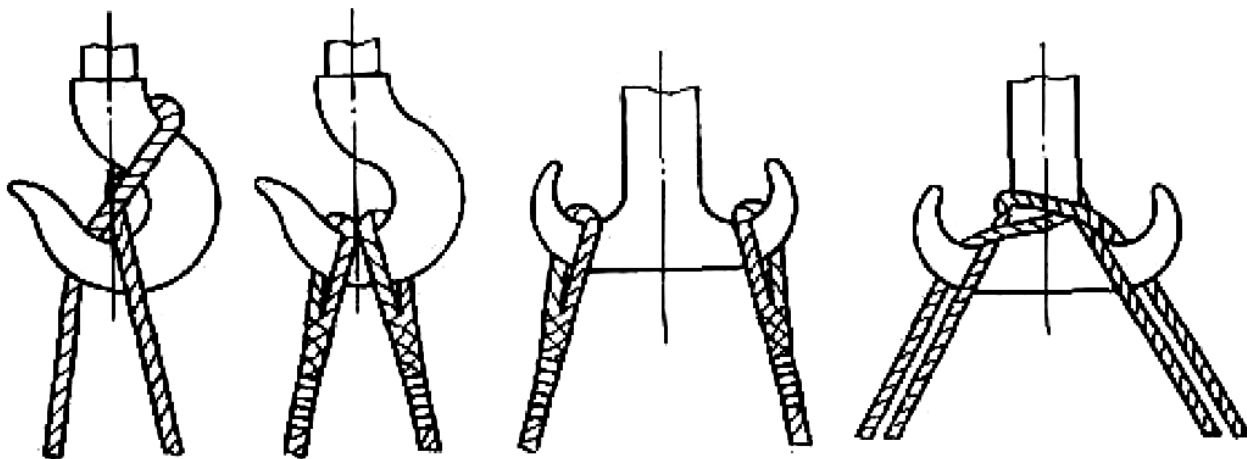


Рисунок 2.1 – Рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках під час монтажу, демонтажу та ремонту при стропуванні шпindelів

Стропування слід виконувати 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.

В якості такелажних засобів і пристосувань використовувати сталеві і прядив'яні канати, стропи, траверси, захвати.

При проведенні робіт по стропуванню шпинделів користуватися стропами що представлені на рисунку 2.2.

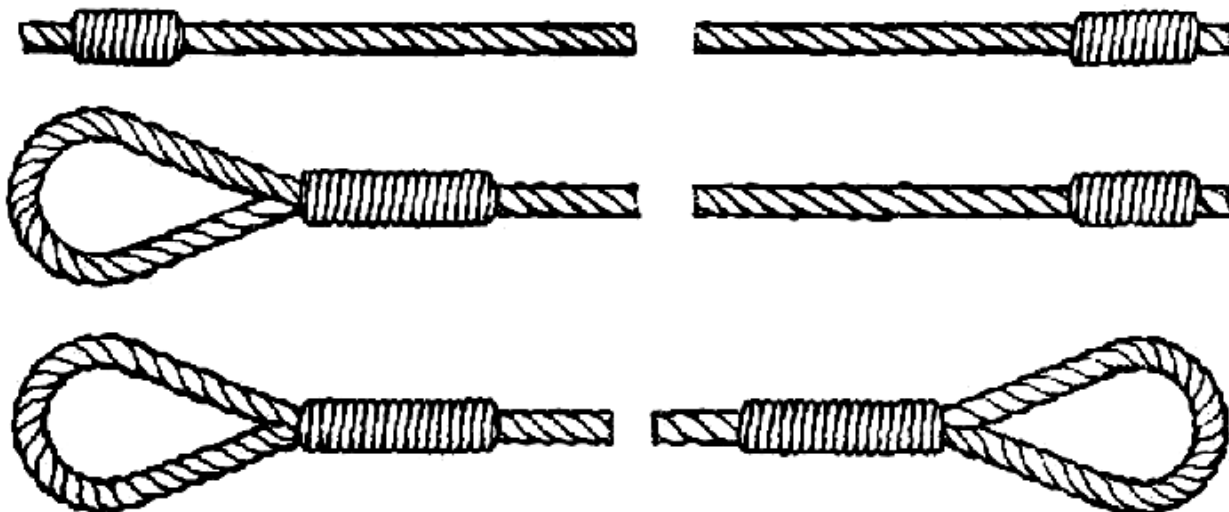


Рисунок 2.2 – Стропи, котрі слід використовувати при проведенні робіт по стропуванню шпинделів [15]

При виготовленні стропів дотримуватись вимог Держнаглядохоронпраці, зокрема:

1. Для виготовлення стропів застосовувати 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.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт, особливо ретельно закріпляти великі вузли устаткування великої маси.

Всі кути обладнання, за якими відбувається дотик стропів, повинні бути заокруглені спеціальними запобіжними підкладками, а поверхні, що мають ви-

сокий ступінь відповідальності (високий ступінь чистоти обробки, посадочні місця підшипників та т.і.) дерев'яними запобіжними підкладками (рисунк 3.1).

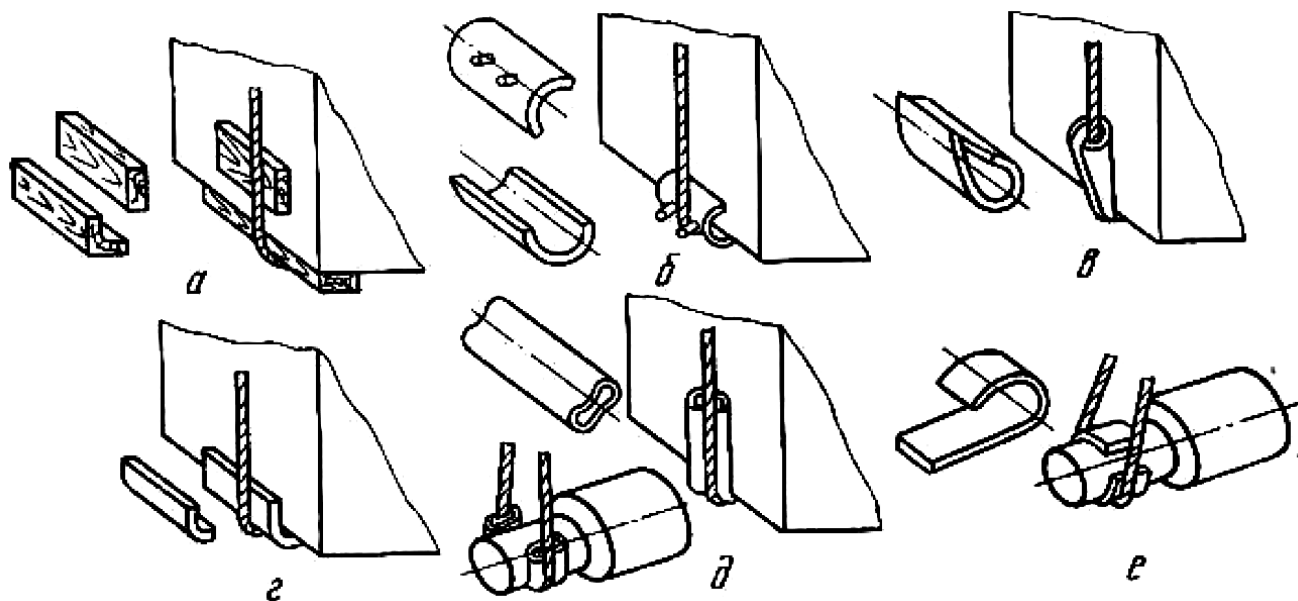


Рисунок 3.3 – Установка запобіжних підкладок під стропи при ув'язці вузлів устаткування: дерев'яних (а); з розрізаної труби з приварними бобишками (б); вигнутих з труб (в, д); вигнутих з листового металу (г, е).

2.2.2 Розрахунок стропів для транспортування шпинделя

Для монтажу даної деталі приймаємо комплект стропів, котрі закріплюються за принципом охоплення кінцевих частин шпинделя таким чином, що утворюються чотири гілки стропа.

Необхідну довжину стропів розраховуємо виходячи з кута нахилу гілок до горизонталі $\alpha = 45^\circ$, таким чином:

$$L = \frac{\sqrt{l^2 + d^2}}{2 \cos \alpha} = \frac{\sqrt{2500^2 + 510^2}}{2 \cos 45^\circ} = 1805 \text{ (мм)} \quad (2.1)$$

де $l = 2500$ (мм) – довжина шпинделя в точках кріплення стропів;

$b = 510$ (мм) – діаметр шпинделя в точках кріплення стропів.

Натяг в кожній гілці каната:

$$S = \frac{G_0 \cdot k_n}{m \cdot \sin \alpha_1} = \frac{20,6 \cdot 1,4}{4 \cdot \sin 45^\circ} = 10,2 \text{ кН} \quad (2.2)$$

где $k_n = 1,3 \dots 1,4$ – коефіцієнт нерівномірності натягування строп;

$m = 4$ - кількість строп;

$G_{ш}$ – вага шпинделя:

$$G_{ш} = M_{ш} \cdot g = 2,100 \cdot 9,81 = 20,6 \text{ кН}, \quad (3.3)$$

де $M = 2,1$ т - маса шпинделя;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

Канат для строп обирається виходячи з припустимого розривного зусилля в канаті:

$$P_{\max} = S \cdot k = 10,2 \cdot 8 = 81,6 \text{ кН}, \quad (3.4)$$

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

Приймаємо канат ТЛК-О 6х37 (1+6+15+15)+1о.с. ГОСТ 3079-80 (діаметр канату $d_k = 11,5$ мм; маркувальна група $\sigma_b = 1770$ МПа, розривне зусилля канату $P = 82,9$ кН).

2.3 Вибір способу кріплення машини та розрахунок фундаментних болтів

Для кріплення машин до фундаментів застосовують фундаментні (анкерні) болти, дюбелі і патрони [15].

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

Стосовно монтажу кліті 730 доцільно використовувати глухі фундаментні болти, що встановлюються в готові фундаменти, а саме конічні з зачеканенням цементним розчином (рисунок 2.4).

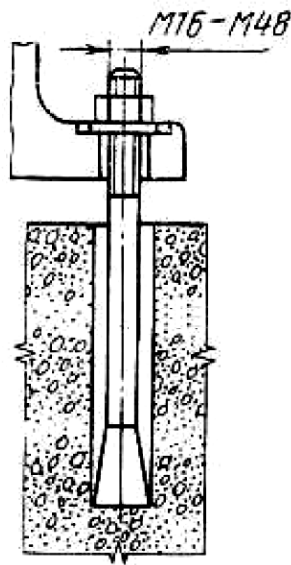


Рисунок 2.4 – Глухий конічний фундаментний болт, що встановлюється в готові фундаменти з зачеканенням цементним розчином

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).

Схема кріплення машини до фундаменту представлена на рисунку 2.5.

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

Розрахунковий перекидний момент	$M = 130$ кН·м
Вага машини	$G = 654,5$ кН
Розрахункове вертикальне відривне навантаження	$P_o = 520$ кН
Горизонтальне зсувне навантаження	$Q = 335$ кН
Кількість фундаментних болтів	$n = 4$
Відстань від осі повороту машини до найбільш віддаленого болта в розтягнутій зоні стику	$Y_1 = 1,35$ м
Відстань від осі повороту машини до інших і-тих болтів у тій же зоні	$Y_i = 1,35$ м

Матеріал болтів	сталь 20
Спосіб встановлення машини	на підкладках
Кількість циклів	$N = 1,25 \cdot 10^6$
Навантаження	комбіноване

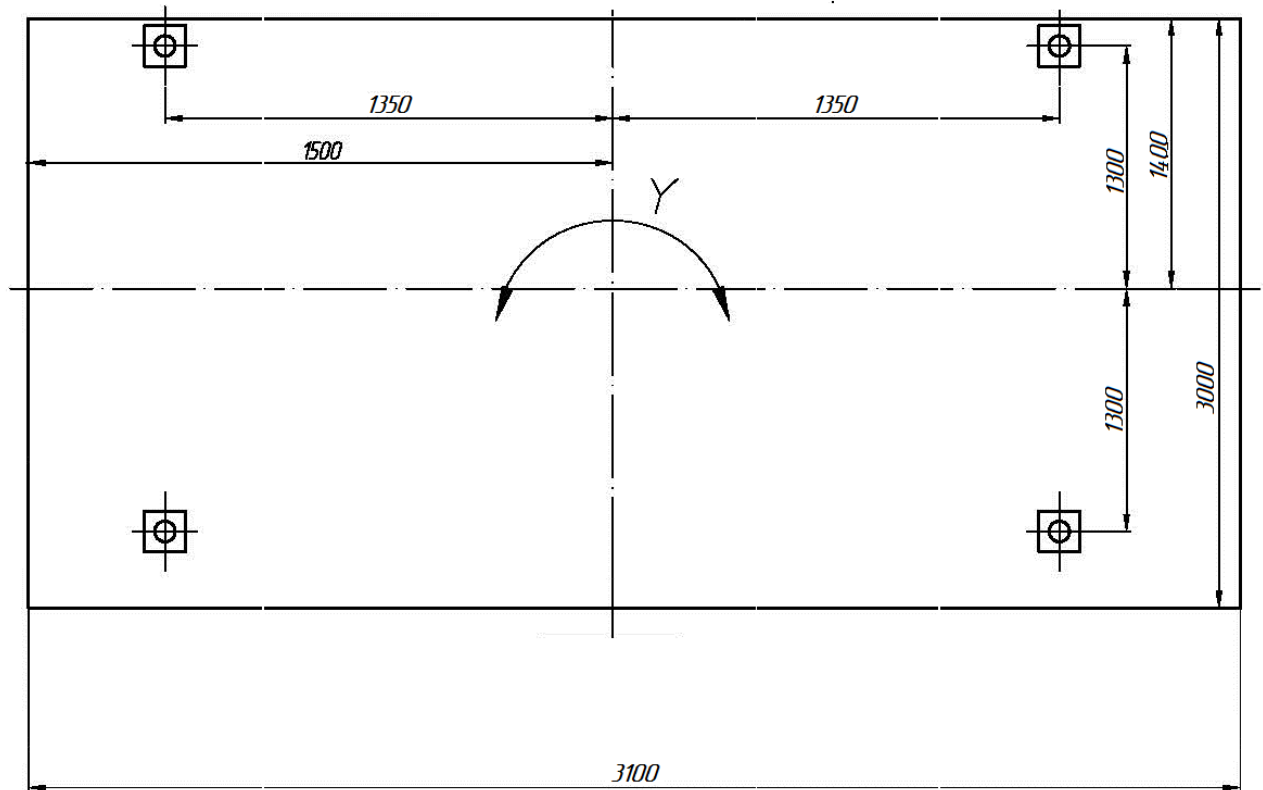


Рисунок 2.3 – Схема кріплення кліті 730 до фундаменту

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

Площа перерізу болта по різьбі:

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

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

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:

$$P_B = \frac{520000 - 654500}{4} + \frac{130000 \cdot 1,35}{1,35^2} = 62672 \text{ Н}$$

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

$$Q_{0\text{сум}} = Q_{0.В.} + Q_{0.Г.},$$

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

$$Q_{OB} = 1,8 \cdot (1 - 0,5) \cdot 62672 = 56405 \text{ Н.}$$

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

$$Q_{OG} = 1,8 \cdot \frac{335000 - 0,2 \cdot 654500}{4 \cdot 0,2} = 459227 \text{ Н}$$

$$Q_{0\text{сум}} = 56405 + 459227 = 515632 \text{ Н.}$$

Необхідна площа перерізу болта по різьбі:

$$F = \frac{515632 + 0,5 \cdot 62672}{100 \cdot 140} = 39,069 \text{ см}^2.$$

Вибираємо фундаментний болт із найближчим більшим перерізом М80×6 ($F = 40,87 \text{ см}^2$).

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 $N = 1,25 \times 10^6$ маємо $\alpha = 1,45$, а для фундаментного болта $M = 80$ мм відповідно $\mu = 2,0$.

$$\text{Тоді } [\sigma_P]_g = 0,278 \cdot \frac{1,45}{2,0} \cdot 140 = 28,217 \text{ МПа},$$

$$F_B = \frac{0,5 \cdot 62672}{200 \cdot 28,217} = 5,553 \text{ см}^2.$$

Таким чином маємо:

$$F_B = 5,553 \text{ см}^2 < F_B = 40,87 \text{ см}^2.$$

Отже, оскільки $F_B < F$, вибраний стандартний фундаментний болт М80×6 відповідає вимогам необхідної витривалості.

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

$$H = 25 \cdot 80 = 2000 \text{ мм.}$$

Кут повороту гайки для забезпечення необхідного зусилля попереднього затягування болтів:

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

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

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

d – діаметр різьби, см ;

S – крок різьби, см .

Для болта М30 з кроком $S = 3,5$ мм кут повороту гайки становить:

$$\varphi_{n.z.} = 360^\circ \frac{14 \cdot 515632 \cdot 8,0}{100 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 40,87 \cdot 0,6} = 40,372^\circ.$$

2.4 Розробка схеми геодезичного обґрунтування монтажу

Під час монтажу тягнуче-правильної машини необхідно забезпечити точності установки на фундаменті. Для цього використовувати спеціальні геодезичні знаки, а саме репер та плашки (рис. 2.6).

В якості плашок 4 відрізки швелера №10, а в якості репера – заклепку діаметром 60 мм.

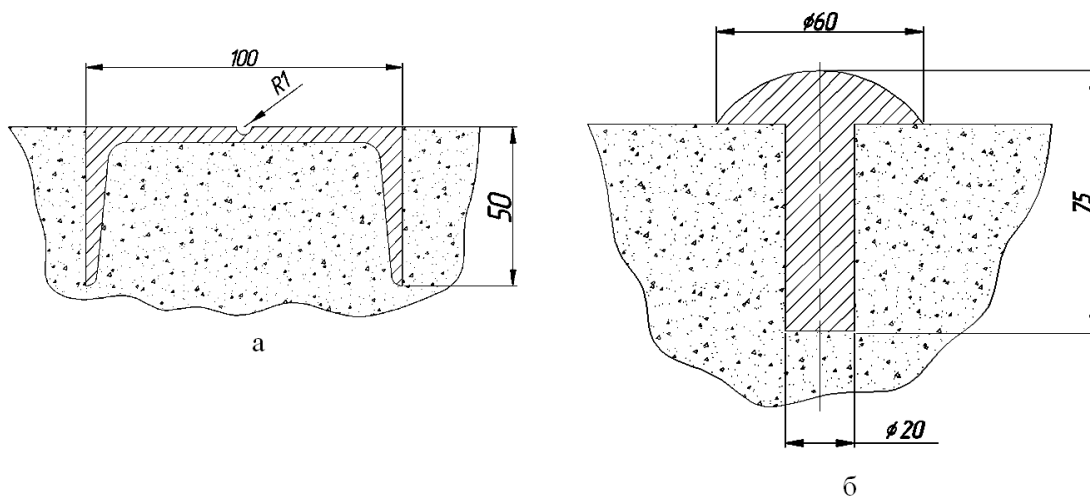


Рисунок 2.4 – Геодезичні знаки використовувані для монтажу кліті 730: плашка (а); репер (б)

Геодезичне обґрунтуванням монтажу кліті 730 містить систему двох осей – поздовжню та поперечну по відношенню до технологічної осі машини безперервного розливання сталі, котрі виконані в натурі та зафіксовані в фундаменті за допомогою чотирьох плашок (по дві на кожную ось) в прольоті цеху на дільниці монтажу машини, а також одну висотну відмітку – репер.

Схема геодезичного обґрунтування монтажу показана на рисунку 2.7.

Плашки треба зашпарувувати 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 фіксувати за допомогою лунок (див. рисунок 4.3,а) діаметром до 2 мм, що накернити на двох плашках, розташованих в місцях, як показано на схемі геодезичного обґрунтування монтажу з відхиленнями від проектної осі не більше ± 1 мм.

Контрольні та робочі осі фіксувати за допомогою натягнутих сталевих струн діаметром 0,3...0,5 мм або нейлонових чи капронових ниток, з яких спускати схили, гострі кінці яких поєднати з лунками на плашках. Контрольні осі поєднати з осями колон будівлі, зафіксованими плашками, встановленими на спеціальних монолітах, і вивірених щодо пунктів державної планової геодезичної опори. Робочі осі вивіряти по контрольним.

В якості основної поздовжньої робочої осі прийняти технологічну вісь машини безперервного розливання сталі.

Для вивірки машини по висоті використовувати робочій репер, котрий треба зашпарувувати у верхній частині фундаменту при досягненні бетоном 70% міцності або в спеціально вирубану нішу після бетонування фундаменту і заливки її цементним розчином високої марки.

Робочий репер вивірити щодо контрольного з точністю до 0,5 мм

Репери і плашки при підливанні опорних поверхонь після установки устаткування зберегти 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.

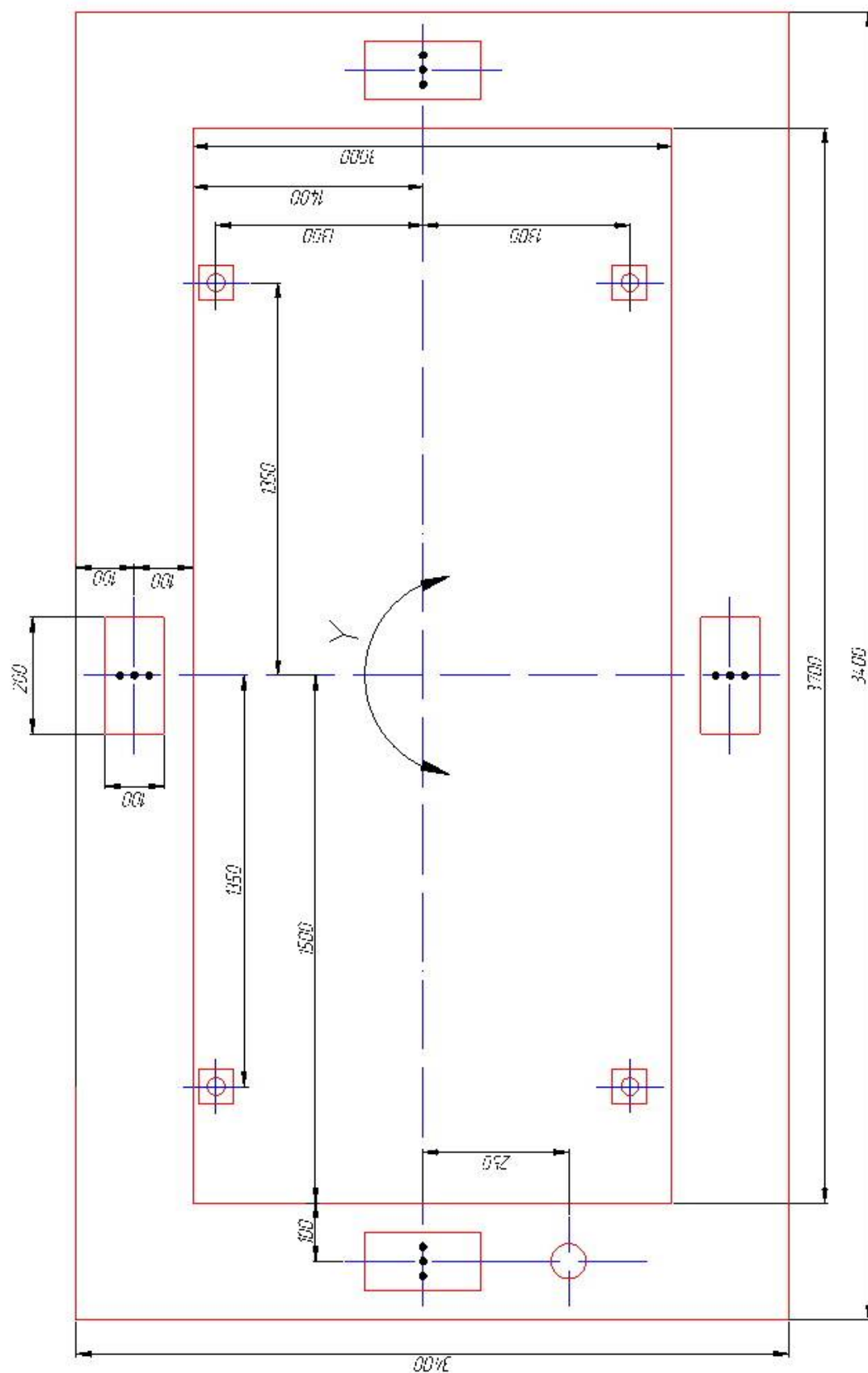


Рисунок 2.5 – Схема геодезичного обґрунтування монтажу

2.5 Порядок збирання, монтажу та вивіряння кліті 730

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 є:

- загальна прилегла горизонтальна площина плитовин 1, 2 (Г);
- вертикальна площина плитовини (Д);
- загальна прилегла площина плитовин 1, 2 (Е).

Відхилення монтажних баз вузла рам:

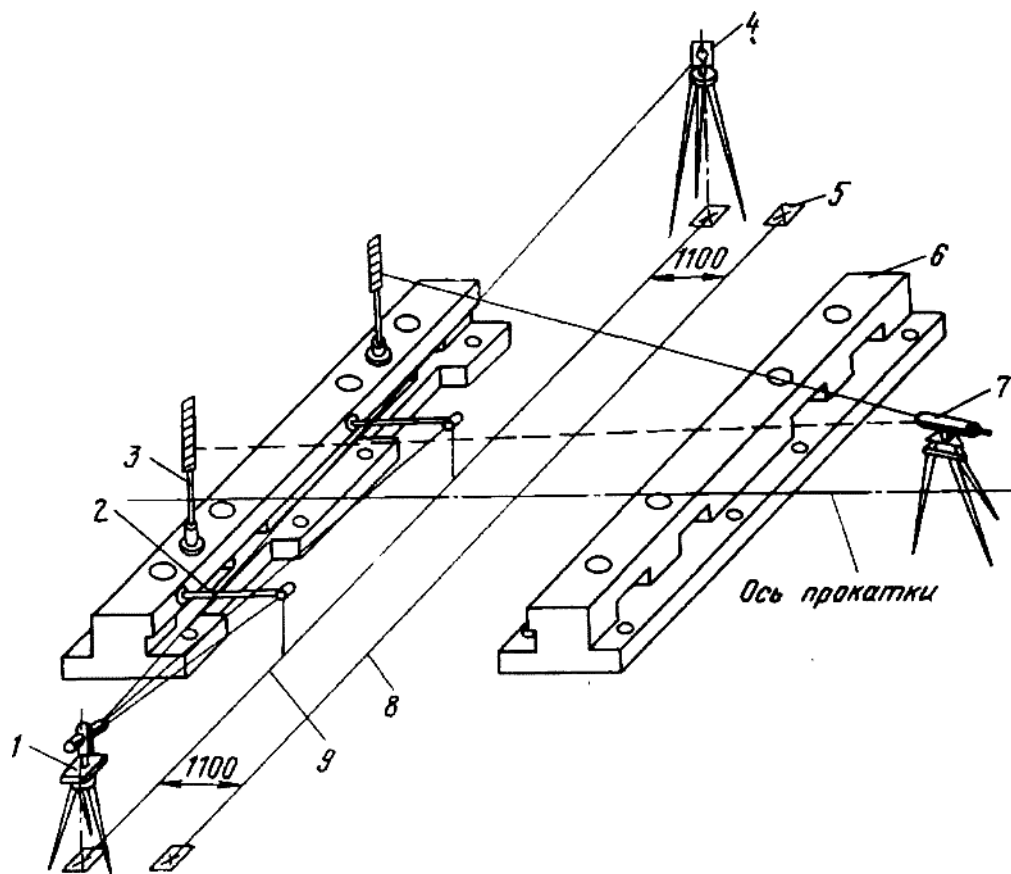
- 1) відхилення поверхні Г від висотної відмітки не більше 1 мм;
- 2) відхилення поверхні Г від горизонтальності не більше 0.05 мм на довжині 1 м;
- 3) відхилення від паралелі поверхні Д щодо осі кліті не більше 0.15 мм на довжині 1 м;
- 4) відхилення від паралелі поверхні Е щодо осі кліті не більше 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.

На рисунку 2.8 показана схема вивіряння плитовин оптико-геодезичним методом. При вивірянні в плані теодоліт встановлюють на спеціальному координатному столику над плашкою. Протилежну точку осі візують за допомогою стаціонарної марки, що світиться. 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.



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 2.8 – Вивіряння плитовин кліті оптико-геодезичним методом

Вивіряння 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 положен-

нях, 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.

2.6 Змащування шпинделя

Змащування шарнірів шпинделя повинне проводитися змащувальним матеріалом, вказаним ТЕ, при цьому заправка повинна проводитися з періодичністю 3 місяців в кількості - 500г на один підшипник. Якщо мастило, що витісняється з протилежного отвору при її заміні, не містить продуктів зносу, вологи і не має характерного запаху мастила, що закоксувалося, а також зберегло первинну консистенцію, то періодичність заміни допускається збільшити до 6-ти місяців.

Змащення шпинделів здійснюється відповідно до карти (табл. 2.1) та схеми (рис. 2.9) змащування.

Таблиця 2.1 – Карта змащування

Найменування вузла змащування	Кількість точок змащування	Мастильний матеріал	Спосіб змащування	Періодичність
1. Хвостовик лівий	2	TEDEX MULTILIT EP-00	закладний	1 раз в 3-6 міс.
2. Шарнір	4	TEDEX MULTILIT EP-00	закладний	1 раз в 3-6 міс.
3. Муфта	2	TEDEX MULTILIT EP-00	закладний	1 раз в 3-6 міс.
4. Підшипник	2	TEDEX MULTILIT EP-00	закладний	1 раз в 3-6 міс.

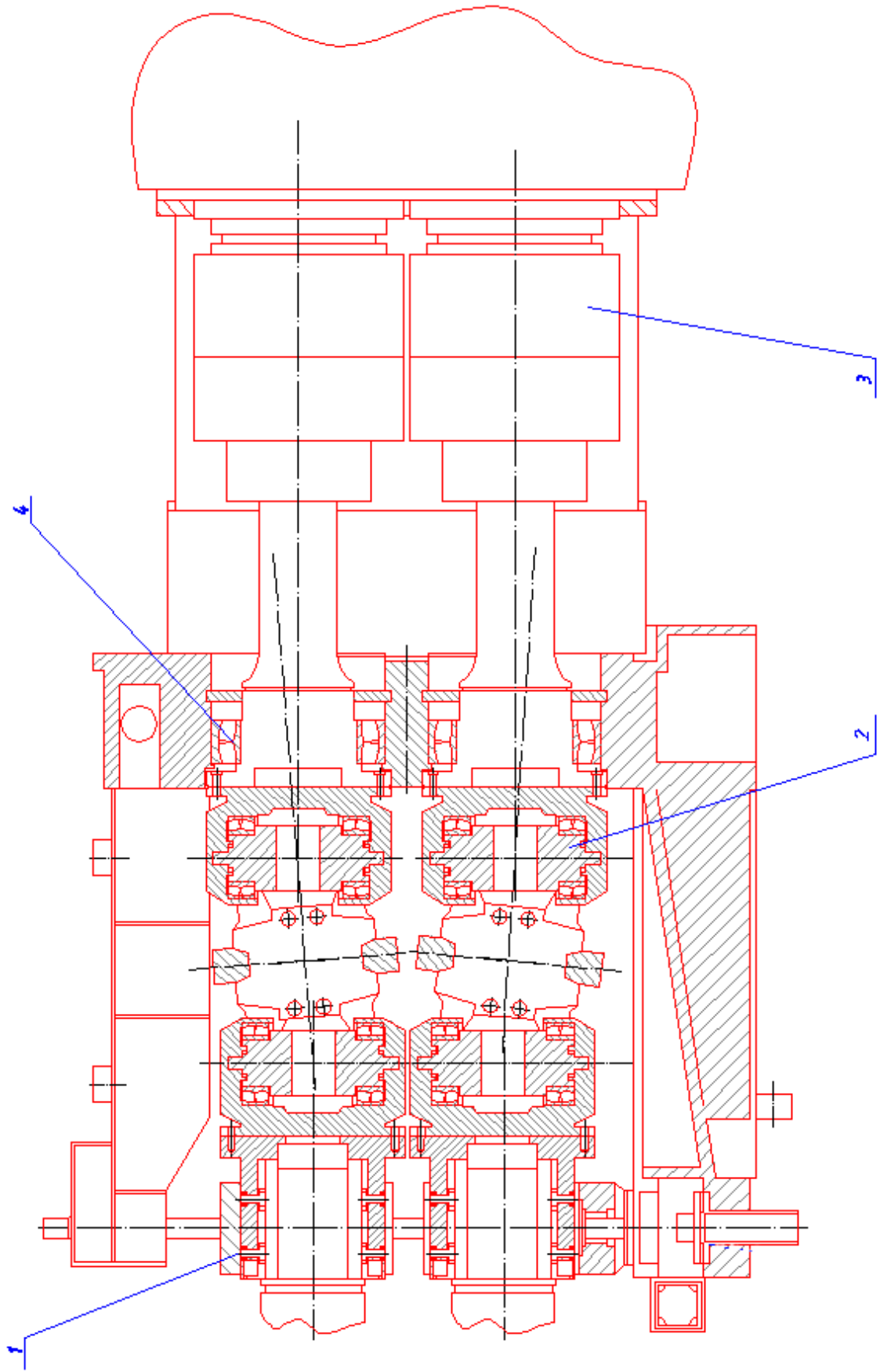


Рисунок 2.9 – Схема змащування

3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ

3.1 Характеристика ремонтного господарства сортопрокатного цеху

Сучасний сортопрокатний цех є комплексом високо механізованих машин, що створюють поточну лінію. Тому вдосконалення організації обслуговування виробництва і праці допоміжних робітників здобуває в даний час особливу актуальність [14,15].

Допоміжний персонал робочих, обслуговуючих механічне обладнання цеху підрозділяється на робочих, зайнятих поточним обслуговуванням і робочих, виконуючих поточні і планові ремонти агрегатів.

Черговий персонал, який знаходиться у складі цеху і здійснює профілактичний огляд обладнання, систематичний контроль його роботи і веде облік дефектів, усуває дрібні неполадки, проводить змащення вузлів і механізмів, бере участь при виконанні ремонтних робіт.

Ремонтний персонал проводить дрібні поточні ремонти обладнання, комплектування, розбирання, збірку і підготовку вузлів і деталей, їх транспортування і інші роботи по підготовці до ремонтів, беруть участь у виконанні крупних поточних ремонтів.

Безперебійна робота стану протягом всієї зміни в значній мірі залежить від якості міжзмінних профілактичних оглядів і ремонтів обладнання.

В цеху всі машини, агрегати і ділянки закріплені за тими робітниками, які безпосередньо їх обслуговують. Завдяки цьому кожний робітник знає які операції він виконуватиме, готує наперед необхідний для цього інструмент і пристосування.

Враховуючи різноманітність обладнання, ступінь його механізації і умови роботи при міжремонтному обслуговуванні, застосовуються наступні форми організації праці:

- індивідуальна: за кожним слюсарем закріплюється група обладнання або певна ділянка;
- бригадна: робота виконується бригадою, що відповідає за всю виробничу ділянку протягом зміни.

3.2 Розподіл функцій між ремонтним і черговим персоналом

Бригада робітників сортопрокатного цеху спеціалізується по виконанню визначених видів робіт, що створює умови для підвищення кваліфікації робітників і сприяє росту продуктивності праці. Робітники при цьому мають можливість застосовувати різні пристосування і механізми, що полегшують їхню працю, користуватися спеціальними інструментами і поліпшувати організацію праці. Робітники стану 600 в основному виконують поточні планово-попереджувальні ремонти обладнання цеху і беруть участь у капітальних ремонтах.

У сортопрокатному цеху складаються спеціальні графіки по обслуговуванню ремонтним і черговим персоналом обладнання цеху і складається спеціальний перелік обов'язків, що повинні виконуватися кожним працівником цеху в залежності від спеціалізації.

Внутрішньо змінне обслуговування обладнання покладається на черговий персонал, що зобов'язаний:

- вести систематичне спостереження за роботою обладнання, перевіряти показання контрольно-вимірювальних приладів, ступінь нагрівання вузлів і достатність надходження до них мастильних матеріалів;
- усувати дрібні несправності і неполадки в роботі обладнання, використовуючи для цієї мети міжзмінні зупинки, внутрішньо змінні технологічні паузи, а при необхідності спеціально зупиняти для цього обладнання відповідно до плану його зупинок;
- робити змащення вузлів тертя обладнання, оснащеними індивідуальними приладами, мастильними матеріалами призначеного сорту по встановленому режиму і контролювати подачу мастильного матеріалу централізованими системами густого і рідкого мастила;
- перевіряти надійність кріплення вузлів і деталей машин, ослаблення яких може викликати аварійну зупинку агрегату, реєструвати наявність вібрацій і незвичайного шуму в приводах і інших відповідальних елементах обладнання;
- утримувати обладнання в чистоті і не допускати витоків мастильного матеріалу.

У задачу ремонтного персоналу входить:

- нагляд і догляд за діючим обладнанням з метою виправлення дрібних і середніх поломок і можливість його підтримки у робочому стані;
- своєчасний планово-попереджувальний ремонт обладнання;
- модернізація обладнання, якщо вона доцільна;
- проводити огляд закріпленого обладнання згідно з правилами технічної експлуатації і діючих графіків огляду, результати фіксувати в журналі;
- виконувати регульовальні і налагоджувальні роботи, брати участь у проведенні й іспиті машин і механізмів, перевіряти справність захисних блокувань;
- своєчасно усувати деформації і неполадки на закріпленому обладнанні;
- виявляти випадки порушення ПТЕ і відхилення режиму роботи обладнання від нормального (по характерному шуму обраних окремих елементів; надмірного нагрівання вузлів і деталей);
- стежити за роботою обладнання закріпленої ділянки і рекомендувати заходи щодо його удосконалювання (ліквідації «вузьких» місць і негативних впливів, підвищення зносостійкості і надійності, підвищення ремонтно–придатності, а також економії матеріальних і трудових ресурсів);
- представляти пропозиції про зміст і обсяги робіт при проведенні чергових ремонтів, а також брати участь в обговоренні ремонтних відомостей і відомостей дефектів;
- забезпечувати нормальну роботу систем автоматичного змащення;
- брати участь у проведенні ремонтів обладнання і заміні його частин або деталей, що вийшли з ладу;
- виконувати підготовчі роботи по технічному обслуговуванню і ремонту обладнання (доставка вузлів і матеріалів, контрольна зборка вузлів, відключення обладнання від магістралі);
- брати участь у прийомі і контролі якості ремонтних робіт виконаних ремонтними цехами або сортопрокатними організаціями;
- виконувати ремонт по удосконалюванню і модернізації обладнання, доробки і доведення відомої конструкції.

У залежності від того, як кожний з чергового або ремонтного персоналу буде виконувати свої обов'язки, багато в чому залежить продуктивність усього виробництва.

3.3 Організація робіт чергових слюсарів

Технічне обслуговування обладнання виконується черговими слюсарями виробничих цехів за графіком відповідно до правил технічної експлуатації (ПТЕ) з метою виявлення й усунення несправностей, що можуть викликати поломки й аварійний вихід обладнання з ладу.

Технічне обслуговування – комплекс операцій або операція по підтримці працездатності або усуненню несправності обладнання при використанні його по призначенню.

Операції по підтримці обладнання в працездатному стані повинні проводитися відповідно до правил технічної експлуатації обладнання відповідних виробництв.

Обладнання, для якого немає ПТЕ, варто обслуговувати відповідно до інструкції по експлуатації, що розроблена підприємством на основі паспортів, проектних матеріалів і діючих директивних документів.

Стан обладнання цеху протягом зміни черговий персонал повинний відзначати в журналах приймання і здачі зміни, а також у вахтових журналах машиністів вантажопідйомних машин. У журналах повинні бути зафіксовані результати оглядів закріпленого обладнання відповідно до затвердженого графіка: стан обладнання протягом зміни, дефекти і несправності, що порушують його працездатність або безпека умов праці; міри прийняті для усунення дефектів і несправностей у випадку порушення правил технічної експлуатації обладнання. Дані журналів використовуються для визначення обсягу і змісту робіт з усунення несправностей у наступній зміні, а також при найближчій зупинці обладнання на плановий ремонт.

Внутрішньо змінне обслуговування обладнання покладається на черговий персонал цеху, що зобов'язаний:

- спостерігати за роботою обладнання, перевіряти показання контрольно-вимірювальних приладів, ступінь нагрівання вузлів тертя і достатність надходження до них мастильних матеріалів, робити регулярні записи в журналі приймання–здачі змін;
- оглядати обладнання закріплених ділянок відповідно до графіків, затвердженими керівництвом цеху;
- замінювати змінне обладнання, запасні частини і технічні пристрої, виконувати найпростіші вогневі й електрозварювальні роботи;

- усувати дрібні неполадки і несправності в роботі обладнання, використовуючи для цього міжзмінні зупинки, внутрізмінні технологічні паузи, а при необхідності спеціально зупиняючи для цього обладнання відповідно до діючих правил його огляду і зупинки.

3.4 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: розміщувальний 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.

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.

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

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 розря-

дів, 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.

3.5 Розрахунок річного фонду заробітної плати ремонтної бригади чергових слюсарів

Фонд оплати праці містить всю суму грошових коштів, яка сплачується працівникам. Вона розраховується на підґрунті фонду робочого часу та норм оплати праці. За розрахунків загальна сума фонду оплати праці поділяється на основну і додаткову заробітну плату. Основна заробітна плата складається:

- з оплати праці за тарифом;
- перевиконання графіка;
- доплата за роботу в вечірній час;
- доплата за роботу в нічний час;
- доплата за роботу в святкові дні;
- премії;
- доплата за керівництво бригадою.

Додаткова заробітна плата складає біля 10% основної заробітної плати.

Нижче приведено розрахунок фонду оплати праці чергових слюсарів.

$$Z_{Ti} = T_i \Phi_p Ш_p, \quad (3.1)$$

де T_i – годинна тарифна ставка робочого данного розряду, грн;

Φ_p – річний фонд часу роботи, год; $\Phi_p = 8 \cdot 3 \cdot 365 / 4 = 2190$;

$Ш_p$ – штат робочих певного розряду, осіб.

Обрахуємо фонд оплати праці за тарифом для слюсарів ремонтників VI, V, розрядів за формулою (3.1).

$$З_{TVI} = 46,22 \cdot 2190 \cdot 4 = 404887,20 \text{ грн.}$$

$$З_{TV} = 43,92 \cdot 2190 \cdot 8 = 769478,40 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$З_{TV} = 43,92 \cdot 2190 \cdot 4 = 384739,20 \text{ грн.}$$

Доплату за перероблення графіку відшуковують за формулою:

$$З_{Перi} = T_i \cdot k_{Пер} \cdot \Phi_{Пер} \cdot Ш_{pi}, \quad (3.2)$$

де $k_{Пер} = 0,5 \cdot 0,75$ – коефіцієнт доплати за перероблення графіка;

$\Phi_{Пер} = 100$ – фонд часу переробки графіка, год;

Обчислимо обсяг доплати за переробку графіка для робітників певних розрядів за формулою (3.2).

$$З_{ПерVI} = 46,22 \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 102 \cdot 4 = 7071,66 \text{ грн.}$$

$$З_{ПерV} = 43,92 \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 102 \cdot 8 = 13439,52 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$З_{ПерV} = 43,92 \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 102 \cdot 4 = 6719,76 \text{ грн.}$$

Доплату за роботу в вечірній час відшуковують за формулою:

$$З_{Вечi} = T_i \cdot k_{Веч} \cdot \Phi_{Веч} \cdot Ш_{pi}, \quad (3.3)$$

де $k_{Веч} = 0,2$ – коефіцієнт доплати за роботу в вечірній час;

$\Phi_{Веч} = 730$ – фонд вечірнього робочого часу, год;

Обчислимо обсяг доплати за роботу в вечірній час для робітників певних розрядів за формулою (3.3).

$$З_{ВечVI} = 46,22 \cdot 0,2 \cdot 730 \cdot 4 = 26992,48 \text{ грн.}$$

$$З_{ВечV} = 43,92 \cdot 0,2 \cdot 730 \cdot 8 = 51298,56 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$З_{ВечV} = 43,92 \cdot 0,2 \cdot 730 \cdot 4 = 25649,28 \text{ грн.}$$

Доплату за роботу в нічний час відшуковують за формулою:

$$Z_{\text{Ніч}} = T_i \cdot k_{\text{Ніч}} \cdot \Phi_{\text{Ніч}} \cdot Ш_{pi}, \quad (3.4)$$

де $k_{\text{Ніч}} = 0,4$ – коефіцієнт доплати за роботу в нічний час;

$\Phi_{\text{Ніч}} = 730$ – фонд нічного робочого часу, год;

Обчислимо обсяг доплати за роботу в нічний час для робітників певних розрядів за формулою (3.4).

$$Z_{\text{НічVI}} = 46,22 \cdot 0,4 \cdot 730 \cdot 4 = 53984,96 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{НічV}} = 43,92 \cdot 0,4 \cdot 730 \cdot 8 = 102597,12 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$Z_{\text{НічV}} = 43,92 \cdot 0,4 \cdot 730 \cdot 4 = 51298,56 \text{ грн.}$$

Доплату за роботу в святкові дні відшуковують за формулою:

$$Z_{\text{Св}} = T_i \cdot k_{\text{Св}} \cdot \Phi_{\text{Св}} \cdot Ш_{pi}, \quad (3.5)$$

де $k_{\text{Св}} = 0,75$ – коефіцієнт доплати за роботу в святкові дні час;

$\Phi_{\text{Св}} = 96$ – кількість годин святкових днів, год;

Обчислимо обсяг доплати за роботу в святкові дні для робітників певних розрядів за формулою (3.5).

$$Z_{\text{СвVI}} = 46,22 \cdot 0,75 \cdot 96 \cdot 4 = 13311,36 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{СвV}} = 43,92 \cdot 0,75 \cdot 96 \cdot 8 = 25297,92 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$Z_{\text{СвV}} = 43,92 \cdot 0,75 \cdot 96 \cdot 4 = 12648,96 \text{ грн.}$$

Розмір премії обраховуємо за формулою

$$Z_{\text{П}} = Z_{\text{Т}} \frac{\text{П}_{\text{П}} \%}{100\%}, \quad (3.6)$$

де $\text{П}_{\text{П}}$ – відсоток нарахування премії згідно положенню про оплату праці та преміювання, %;

Обраховуємо обсяг премії для певних робітників згідно штатного розкладу за (3.6)

$$Z_{ПVI} = 404887,20 \cdot \frac{30}{100} = 121466,16 \text{ грн.}$$

$$Z_{ПV} = 769478,40 \cdot \frac{30}{100} = 230843,52 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$Z_{ПV} = 384739,20 \cdot \frac{30}{100} = 115421,76 \text{ грн.}$$

Основний фонд оплати праці обчислюємо за формулою

$$Z_{Оснi} = Z_{Ti} + Z_{Перi} + Z_{Вечi} + Z_{Нічi} + Z_{Сві} + Z_{Пi}, \quad (3.7)$$

Підрахуємо основний фонд оплати праці робочих певних розрядів за (3.7).

$$Z_{ОснVI} = 404887,20 + 7071,66 + 26992,48 + 53984,96 + \\ + 13311,36 + 121466,16 = 627713,82 \text{ грн.}$$

$$Z_{ОснV} = 769478,40 + 13439,52 + 51298,56 + 102597,12 + \\ + 25297,92 + 230843,52 = 1192955,04 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$Z_{ОснV} = 384739,20 + 6719,76 + 25649,28 + 51298,56 + \\ + 12648,96 + 115421,76 = 596477,52 \text{ грн.}$$

Додатковий фонд оплати праці знайдемо за формулою:

$$Z_{Ди} = Z_{Оснi} \cdot \frac{k_D \%}{100\%}, \quad (3.8)$$

де $k_D = 10$ – розмір доплати з додаткового фонду, %.

Визначимо додатковий фонд оплати праці робочих певних розрядів за (3.8).

$$Z_{ДVI} = 627713,82 \cdot \frac{10}{100} = 62771,38 \text{ грн.}$$

$$Z_{ДV} = 1192955,04 \cdot \frac{10}{100} = 119295,50 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$Z_{ДV} = 596477,52 \cdot \frac{10}{100} = 59647,75 \text{ грн.}$$

Фонд споживання складе:

$$Z_{Cni} = Z_{Ochni} + Z_{Ди}, \quad (3.9)$$

Визначимо фонд споживання робочих певних розрядів за (3.9).

$$Z_{CnVI} = 627713,82 + 62771,38 = 690485,20 \text{ грн.}$$

$$Z_{CnV} = 1192955,04 + 119295,50 = 1312250,54 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$Z_{CnV} = 596477,52 + 59647,75 = 656125,27 \text{ грн.}$$

Середньомісячну заробітну плату одного працівника визначимо за формулою:

$$Z_{Cpi} = \frac{Z_{Cni}}{Ш_{pi} \cdot 12}. \quad (3.10)$$

Визначимо середньомісячну заробітну плату одного робочого першого розряду за (3.10).

$$Z_{CpVI} = 690485,20 / (4 \cdot 12) = 14385,11 \text{ грн.}$$

$$Z_{CpV} = 1312250,54 / (8 \cdot 12) = 13669,28 \text{ грн.}$$

Електро-газозварювальників V розряду

$$Z_{CpV} = \frac{141473,28}{4 \cdot 12} = 656125,27 / (4 \cdot 12) = 13669,28 \text{ грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати бригади чергових слюсарів

$$\Phi = \sum Z_{Cni}$$

$$\Phi = 690485,20 + 1312250,54 + 656125,27 = 2658861,02 \text{ грн.}$$

4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК

Виконаємо розрахунок економічної ефективності [16] від застосування шпинделя 510 в перерахунку на один шпиндель.

Визначимо витрати на утримання одного шпинделя протягом 1-го року:

$$B = (B_{pp} + B_{вч} + B_{зм}) \cdot K_p = (22500 + 15500 + 2489,6) \cdot 3 = 121468,8 \text{ грн/рік}$$

де $B_{pp} = 22500$ грн – вартість проведення ремонтних робіт;

$B_{вч} = 15500$ грн – середня вартість відновлюваних частин шпинделя при проведенні ремонтних робіт (вкладні, кулачкові втулки, шліцьові з'єднання та інше);

$B_{зм} = 20 \cdot 126,48 = 2489,6$ грн – вартість заміни мастила при проведенні ремонтних робіт (20 літрів мастила ПС-28 за ціною 126,48 грн/літр)

$K_p = 3$ – кількість ремонтів на рік.

Витрати на утримання одного шпинделя 510 протягом 1-го року складаються лише з заміни мастила 2 рази на рік (16 літрів мастила MOBILGEAR 600 XR 680 за ціною 98,31 грн/літр):

$$B_{510_{зм}} = 2 \cdot 16 \cdot 98,31 = 3145,92 \text{ грн}$$

Як зазначалося в підрозділі 2.4 термін служби шпинделя 510 фірми NEXUS до першого ремонту $T_e = 5,5$ роки, таким чином витрати на придбання за ціною $C_{510} = 420000$ грн та утримання шпинделя протягом 5,5 років складають

$$B_{510} = B_{510_{зм}} \cdot T_e + C_{510} = 3145,92 \cdot 5,5 + 420000 = 437302,56 \text{ грн}$$

Термін окупності:

$$T_o = \frac{437302,56}{121468,8} = 3,6 \text{ року.}$$

Середня річна економічна ефективність від використання шпинделя 510 фірми NEXUS, протягом нормативного строку експлуатації:

$$E_{рік} = B - \frac{B_{510}}{T_e} = 121468,8 - \frac{437302,56}{5,5} = 41959,24 \text{ грн.}$$

5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

При експлуатації обладнання станової дільниці [17] можливі наступні види травм: захоплювання частин одягу і кінцівок обертовими шпинделями і сполучними муфтами, опіки.

До числа небезпечних фізичних виробничих факторів відносяться: машини і механізми, що рухаються, а також незахищені рухливі елементи виробничого обладнання, що пересуваються заготівлі.

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 електрообладнання і електрокомунікацій становить небезпеку для трудящих. При впливі електричного струму виникають електротравми – електричний удар, опік. Електричний удар можливий при зіткненні з токопідвідними частинами обладнання. 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, контактам обладнання, що знаходиться під напругою; випадково, у результаті ушкодження ізоляції: від дотику до корпусів машин і апаратів; від близькості людини до упало-го на землю проводу, що знаходиться під напругою; при помилковому відключенні роз'єднувача під навантаженням; з появою потенціалу на мокрій підлозі, стінах, при дотику до нерозрядженого конденсату або кабелю, від наведених напруг, при зворотній трансформації й в інших випадках.

Приміщення цеху відноситься до приміщення з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом і характеризується наявністю наступних умов: струмопровідна підлога, висока температура в приміщенні цеху, наявність великої кількості електрообладнання.

Окремі ділянки сортопрокатного цеху різко відрізняються друг від друга по метеорологічних умовах. На ділянці нагрівання, прокатки і транспортування гарячого металу температура навколишнього середовища перевищує санітарні норми, має місце знижена вологість повітря.

У цеху багато операцій, основні та допоміжні, супроводжуються виділенням значних кількостей пилу.

Великі фракції пилу швидко осідають, а дрібні – тривалий час знаходяться в повітрі. Пил, що утворюється 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 обладнання. До основних джерел виділення шкідливих газів на стані 600 відносяться нагрівальні пристрої, прокатний стан, механізми, що ріжуть, й інше технологічне обладнання.

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 ділянці різання і складання металу, крім технологічних газів в атмосферу цеху надходить значна кількість газів, що утворюються при згорянні мастильних матеріалів.

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

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

Безпечне обслуговування клітей стану 600 їхнього допоміжного обладнання і пристосувань досягаються при дотриманні наступних умов. Усі частини і його обладнання 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 обладнання. 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 пристосування, що обмежують визначену зону або 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 або частини його тіла від травмування осколками, що відлітають під 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 процесу або відключення обладнання.

У механізмах і агрегатах цеху, а також в електрообладнанні застосовуються блокувальні системи механічних, електромеханічних, фотоелектричних, електричних конструкцій. Блокувальні пристрої або припиняють процес чи роботу обладнання, не допускаючи виникнення небезпечних виробничих факторів, або нормалізують параметри процесу роботи обладнання при їхніх відхиленнях вище встановлених меж.

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

Найбільш важким різновидом аварій є обвалення моста крана, коли його ходові колеса сходять з рейок через несправність підкранових балок і рейкових шляхів. Постійний нагляд за станом моста крана необхідний для своєчасного виявлення дефектів - тріщин, деформації деталей. Нагляд повинний здійснюватися 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 гакової підвіски. Огляд кранів виробляється адміністрацією підприємства за участю представника Держнадзорохоронпраці України не рідше одного разу в 12 місяців. Ревізії й огляди кранового обладнання виконуються 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) засоби, що ізолюють робітника від землі; 3) сигналізація і попереджуючі написи; 4) захисне заземлення, занулення.

Внутріцехову електричну мережу виконують з ізольованих проводів або кабелів, захисні оболонки яких задовольняють вимогам механічної міцності і

стійкості. Для спусків від магістральних ліній електричного ланцюга ізолювані проводи прокладають у металевих трубах. Проводи минаючі через стіни, підлогу, стелі, не повинні стикатися з конструктивними елементами будинку, тому що усередині наскрізних отворів можуть збиратися пил та 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: введення раціональних технологічних процесів і удосконалення обладнання, застосування ефективної герметизації й аспірації всіх пилоутворюючих джерел, зволоження пилу водою або парою; пристрої спеціальної пиловлавлуючої вентиляції від місць пилоутворення з очищенням повітря перед викидом повітря в атмосферу через систему фільтрів; регулярне збирання пилу з робочих місць; застосування індивідуальних засобів захисту (респіраторів, окулярів, спецодягу).

Основні заходи щодо зменшення загазованості пропонуються наступні: забезпечення постійного нагляду за дотриманням технологічних інструкцій і інструкцій з техніки безпеки; дотримання затверджених технологічних режимів; проведення регулярних профілактичних оглядів обладнання і газових комунікацій для своєчасного виявлення витoku газу; забезпечення повного згоряння газу і справності системи видалення продуктів згоряння.

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 променевої енергії; застосування екранів, що відводять, що відбивають або 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 заходу щодо особистої профілактики працюючих (пристрій раціонального питного режиму, водяних душів, забезпечення належним спецодягом, спецвзуттям, окулярами).

На стані 600 в силу застосування 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.

Будівля сортопрокатного цеху розташована в зоні де пануючі вітри в зимовий час – західні, а в літній – східні. У середньому швидкість вітру не перевищує 5 м/сек. Будинок цеху має 3 прольоти. Тип будинку залізобетонний з металевим каркасом. Внутрішня поверхня стін вимагає побілки і фарбування, а металоконструкції – очищення від іржі.

У зв'язку з різними метеоумовами на ділянці 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, за умов якого 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 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 обладнання, розпеченого металу і нагрівальних пристроїв, піднімається вгору і віддаляється через отвори аераційних ліхтарів у даху будинку. Свіже повітря надходить через прорізи в стіні будинку. Середній тиск повітря в цеху практично дорівнює тискові навколишнього атмосферного повітря, однак, рівність тисків (при відсутності вітру) спостерігається лише в якійсь горизонтальній площині, розташованій приблизно по середині висоти цеху, яка має назву площини рівних тисків.

При аерації повітря надходить у цех без попередньої обробки.

Для освітлення приміщення цеху використовується штучне і природне освітлення. Правильне освітлення робочих місць у сортопрокатному 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 недостатнім. Тому додатково використовується штучне освітлення.

Штучне освітлення в залежності від розташування джерела світла підрозділяють на загальне, місцеве і комбіноване. Загальне освітлення в цеху рівномірне і локалізоване. При рівномірному освітленні світильники освітлюють робочі місця і все приміщення в цілому. Воно застосовується при симетрично розміщеному обладнанні. Рівномірне освітлення досягається симетричним розташуванням світильників однакового типу й електролампи 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 обладнання у випадку виходу з ладу робочого освітлення і надходить 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 обладнання і механізмів, а також порушення роботи таких об'єктів, як електричні станції і підстанції, вузли радіопередач, вузли водопостачання і т. ін..

Багато технологічних операцій на стані 600 супроводжуються утворенням шумів низької і високої частоти. Голосними шумами, рівень яких значно перевищує допустимі санітарні норми, які супроводжують транспортування металу по рольгангу, прокатку його на стані, різання на пилах.

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 ударну взаємодію деталей без ударною, зворотно-поступальними рухами, обертальними, демпфірують вібрацію деталей, що співударяються, і окремих вузлів агрегату шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя: гумою, пробкою, бітумом, повстю, азбестом і ін. Агрегати, утворюють, сильний шум внаслідок віхреутворення або вихлопу повітря або газу, вентилятора, повітродувки, пневматичні інструменти і машини на стані 600 обладнують спеціальними глушниками.

Окремі операції на стані 600 сполучені зі шкідливим впливом вібрації на організм людини. Вібрація сприймається робітниками лише при безпосереднім зіткненні з віброуючим обладнанням. 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 більш велику небезпеку представляє вібрація у відношенні термінів розвитку і важкості вібраційної хвороби.

Робочі, що працюють, на машинах, які передають вібрацію повинні працювати в спеціальному взутті і рукавицях. Робітники повинні виконувати встановлені правила безпеки. Крім того, робітникам варто користуватися під час роботи пристосуваннями, що зменшують статичну напругу м'язів.

На стані 600 налічується достатня кількість санітарно-побутових приміщень. Є лазня з встановленими в ній шафками для одягу. У цеху розміщена достатня кількість санвузлів.

5.2 Заходи щодо підвищення рівня охорони праці

Безпечне обслуговування клітей СПЦ 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 СПЦ 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 пристосування, що обмежують визначену чи зону пересування обслуговуючого персоналу.

На СПЦ широко поширені захисні пристрої, що служать для запобігання можливого впливу на працюючих небезпечних виробничих факторів. До них відносяться різні екрани, що захищають чи людину 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 перевищення заданих параметрів (швидкості, тиску, температури і т.п.) шляхом нормалізації параметрів чи процесу відключення устаткування.

У механізмах і агрегатах цеху, а також в електроустаткуванні застосовуються блокувальні системи механічної, електромеханічної, фотоелектричної, електричної конструкцій. 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 СПЦ 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 важкими різновидами 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 виконуватися 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, вико-

нання вимог пред'явлених до гакової підвіски. Огляд кранів виконується адміністрацією підприємства не рідше одного разу в 12 місяців. Ревізії й огляди кранового устаткування виробляються за графіком і результати заносять у журнал. На СПЦ 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.

5.3 Заходи щодо пожежної безпеки

Згідно СНіП 2.01.02. – 85 по ступені пожежної небезпеки виробництва під-розділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д.

СПЦ відноситься до пожежобезпечних виробництв, категорія "Г", тому що його виробництво зв'язане з обробкою 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 ГСМ.

Будівля стану відноситься до тяжкопальних.

Воно виготовлено з заліза і бетону. Межа вогнестійкості будинку складає 15 хвилин, що визначається межами вогнестійкості основних будівельних конструкцій і межами поширення вогню по цих конструкціях.

Межею вогнестійкості називається час у годинах від початку іспиту конструкції на вогнестійкість до виникнення одного з наступних ознак: 1) утворення в конструкції наскрізних тріщин і отворів, через які проникають продукти чи згоряння полум'я; 2) підвищення температури на поверхні конструкції, що обігрівається не, у середньому більш ніж на 1400С; 3) 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 ділянках 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 модернізації приводної лінії робочої кліті 730 в умовах напівбезперервного крупносортового стану 600 з метою підвищення експлуатаційної надійності. а також розроблено заходи по монтажу, ремонту, змащенню та організації технічного обслуговування обладнання, висвітлені питання техніки безпеки та охорони праці.

1. Спираючись на досвід експлуатації та проектування робочих клітей встановлено, що за сучасних умов роботи обладнання стану 600 надійність роботи приводної лінії горизонтальної кліті 730 не є достатньою.
2. Для підвищення експлуатаційної надійності приводної лінії горизонтальної кліті 730 пропонується встановити шпindelне з'єднання 510 виробництва NEXUS, що мають сучасну та більш надійну конструкцію в порівнянні з існуючою.
3. Під час проведення монтажних робіт шпindelів доцільно використовувати 4 стропа виготовлені з канату ТЛК-О 6х37 (1+6+15+15)+1о.с. ГОСТ 3079-80 (діаметр канату $d_k = 11,5$ мм; маркувальна група $\sigma_b = 1770$ МПа), а для кріплення машини глухі конічні з зачеканенням цементним розчином фундаментні болти, що встановлюються в готові фундаменти (діаметр болта М80×6).
4. Пропоновані заходи дозволять отримати середньорічну економічну ефективність від використання одного шпинделя 510 фірми NEXUS, протягом нормативного строку експлуатації $E_{pik} = 41959,24$ грн., при цьому термін окупності складає 3,6 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.: Металлургия, 1992. – Т.1 Обжимные, заготовочные и сортовые станы 500-950. – 416 с., ил.
2. А.С. 1518038. СССР. МКИ В21В35/14. Ролик рольганга с индивидуальным приводом/ А. Н. Комарѣв, В. К. Рочняк, Г. В. Рочняк, С. М. Пивоварова. – № 4325722/31-02; Заявлено 12.11.87; опубл. 30.10.89, Бюлл. № 40.
3. Авторы: I. Л. Гольдштейн, П. М. Фінагин, д. Ст. Терентьев. Патент Великобританії № 1312475 кл. F 16 D 3/41, 1988. Авторське свідоцтво СРСР № 1538941, кл. У 35-14, 1988.
4. И.Л. Гольдштейн, П.М. Фінагин і Д.В, Терентьев. Патент Великобританії № 1312475, кл. Г 16 Би 3/41, 1973. Авторське свідоцтво. СРСР № 1538941, кл. У 21 В 35/14, 1985.
5. Авторы: I.Л.Гольдштейн, П.М.Фінагин і Д.В.Терентьев. Авторське свідоцтво СРСР № 1524950, кл. У 21 В 35/14, 1988.
6. Дніпродзержинський індустріальний інститут ім. М.І. Арсекичева. Авторы: В.І. Горобців, І.А. Бухбіндер і І.І. Леєпа. Авторське свідоцтво СРСР № .774636, кл. У 21 В 35/14, 1979.
7. Автор: А.М.Селезнев. Авторське свідоцтво СРСР № 768506, кл. У 21 В 35/14, 1979. Авторське свідоцтво СРСР № 774637, кл. У 21 В 35/14, 1979.
8. Бейзельман Р. Д. , Цыпкин Б. В., Перель Л. Я. Подшипники качения. Справочник. Изд. 6-е, перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1975, – 572 с.
9. Техничко-коммерческое предложение «Универсальное шпиндельное соединение клетей 580 стана «600» СПЦ АМК». Дочернее предприятие «Нексус», 21.04.2004.
10. Королев А.А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станов: Учеб. пособие для ВУЗов. – 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Металлургия, 1985. – 376 с.

11. Курсовое проектирование деталей машин. Учебное пособие для учащихся машиностроительных техникумов / Чернавский С.А., Боков К.Н., Чернин И.М. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с., ил.
12. Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин – М.: Металлургия, 1983. – 415 с.
13. Перель Л.Я. Подшипники качения: расчет, проектирование и обслуживание опор: справочник / Л. Я. Перель. – М. : Машиностроение, 1983. – 543 с.
14. Организация и планирование предприятий черной металлургии / Метс А. Ф., Штец К. А., Бельгольский Б. П., Щепилов Ф. И. – М. : Металлургия, 1986 – 560 с.
15. 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.
16. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: Учебное пособие для втузов / Л. А. Астреина, В. В. Балдесов, В. К. Беклешов и др. – М. : Высш. шк., 1991 – 176 с. : ил.
17. Бринза В. Н. Охрана труда в черной металлургии / В. Н. Бринза, М. М. Зиньковский. – М. : Металлургия, 1982. – 336 с.

ДОДАТКИ