

## РЕФЕРАТ

Даний дипломний проект присвячено удосконаленню пічного рольгангу з метою підвищення експлуатаційної надійності. В структурному відношенні проект містить пояснювальну записку з 5 частин і графічний матеріал.

В спеціальній частині проведений літературний та патентний огляд щодо машини для підігріву заготовок та наведено її опис. Враховуючи досвід експлуатації та проектування механізмів машини запропоновано заходи щодо удосконалення конструкції механізму пересування. На підтвердження цих заходів виконаний ряд розрахунків на міцність та енергосилових параметрів.

В другому розділі розроблено технологічну послідовність розбирання пічного рольгангу, розраховані стропи та фундаментні болти. Розроблено схему геодезичного обґрунтування монтажу та порядок збирання, монтажу та вивіряння машини. Наведено змашчення обладнання рольгангу.

Організаційна частина присвячена організації ремонтної служби цеху, а також планування організації виконання ремонтних робіт і виконаний розрахунок річного фонду оплати праці бригади чергових слюсарів.

Також в проекті проведено розрахунок економічного обґрунтування запропонованих заходів.

В останньому розділі розглянуто питання техніки безпеки та охорони праці.

Повний зміст проекту викладено на 79 сторінках формату А4 та 8 сторінках додатків, що містять 4 креслення загальним обсягом 4,5 аркуші формату А1 та специфікації до них. Текстова частина містить 32 рисунка та 1 таблицю, перелік джерел посилання складається з 17 найменувань.

Ключові слова: рольганг; рольганг прокатного стана; підігрівальна піч; пічний рольганг прохідної підігрівальної печі.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ.....	5
ВСТУП.....	7
1 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....	8
1.1 Опис конструкції та принцип дії внутрішньо пічного рольганга.....	8
1.2 Конструктивне виконання машини.....	9
1.3 Аналітичний огляд.....	10
1.3.1 Літературний огляд .....	10
1.3.1.1 Робочій рольганг.....	10
1.3.1.2 Рольганги з ланцюговим приводом .....	10
1.3.2 Патентний огляд.....	11
1.3.2.1 Ролики пічних рольгангів.....	11
1.3.2.2 Рольганги прокатних станів .....	21
1.4 Розробка заходів, щодо підвищення експлуатаційної надійності пічного рольгангу .....	27
1.5 Розрахунок пічного рольгангу .....	29
1.5.1 Розрахунок універсального кульового шпинделя .....	29
1.5.2 Розрахунок потужності двигуна роликів рольганга .....	36
1.5.3 Вибір з'єднувальних муфт.....	38
2 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ .....	43
2.1 Технологічна послідовність розбирання внутрішньо пічного рольгангу прохідної підігрівальної печі.....	43
2.2 Розрахунок стропів для транспортування рами рольганга.....	44
2.2.1 Конструкція та призначення стропів.....	44
2.2.2 Розрахунок строп.....	47
2.3 Розробка геодезичного обґрунтування монтажу рольганга .....	48
2.3.1 Вибір способу кріплення машини .....	48
2.3.2 Розрахунок фундаментних болтів .....	49
2.4 Розробка схеми геодезичного обґрунтування монтажу.....	53
2.5 Порядок збирання, монтажу та вивіряння машини .....	55
2.6 Змащення обладнання рольгангу .....	60
3 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ .....	61
3.1 Організація і структура ремонтного господарства цеху.....	61

3.2	Планування організації ремонтів .....	61
3.2.1	Порядок складання річного плану ТОіР .....	62
3.2.2	Порядок піврічного графіка ТОіР .....	64
3.3	Розрахунок річного фонду оплати праці бригади чергових слюсарів ....	65
3.3.1	Визначення фонду оплати праці слюсарів ремонтників VI -го розряду	65
3.3.2	Визначення фонду оплати праці слюсарів ремонтників V -го розряду.	68
3.3.3	Визначення фонду оплати праці електрозварювачів IV -го розряду .....	69
3.3.4	Визначення середньомісячної заробітної плати по ділянці чергових слюсарів .....	70
4	ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК.....	72
4.1	Розрахунок виробничої програми стану 600 .....	72
4.2	Економічна ефективність .....	73
5	ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	75
5.1	Охорона праці .....	75
5.2	Техніка безпеки.....	75
	ВИСНОВКИ .....	77
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	78
	ДОДАТКИ .....	80

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

УШШ – універсальний кульовий шарнір;

$F_0$  – сила, котру направлено через центр кулі і центр ваги епюри контактних тисків;

$M_{кр}$  – крутний момент, який передає шарнір;

$m$  – число куль;

$R_0$  – радіус кола положення центрів куль

$D$  – зовнішній діаметр шарніра;

$\beta$  – кут між напрямком сили  $F_0$  і дотичної до окружності радіусом  $R_0$ ;

$|F_0|$  – допустима сила, що діє на кулю;

$F_p$  – сила, що руйнує кулю;

$c$  – дослідний коефіцієнт;

$n$  – коефіцієнт запасу міцності;

$D_{max}$  – максимальний діаметр шарніра, мм;

$D_{min}$  – відстань між осями валків робочої і шестеренної клітей;

$a$  – ширина шліца обойми;

$a_{min}$  – мінімальна ширина шліца;

$D_{ц}$  – центральний діаметр втулки і обойми;

$D_{а.г}$  – діаметр по западинах пазів головки шпинделя;

$|\tau|$  – допустима напруга на кручення;

$d_v$  – діаметр валу;

$D_1$  – діаметр центрів роликів в нормальній площини до осі шарніра;

$H$  – плече пари сил;

$|M|$  – допустимий крутний момент, який передається двома роликами;

$b$  – ширина зуба;

$h$  – товщина перерізу;

$M_{зг}$  – згинальний момент зуба;

$x$  – плече сили.

$h_{max}$  – товщина зуба;

$p$  – крок зубчастої втулки;

$h_{min}$  – мінімальна відстань між суміжними роликами;

$D_{3.0}$  – діаметр по западинах пазів обойми;

$\delta$  – зазор між роликами і пазом;

$\alpha$  – кут нахилу шпинделя,

$D_{a.o}$  – діаметр окружності по западинах пазів обойми

$M_{тр.р}$  – момент тертя в підшипниках при пересуванні металу по рольгангу;

$Q_m$  – вага металу, що припадає на один ролик;

$G_p$  – вага ролика;

$d_{п.р}$  – діаметр кола тертя в підшипникових опорах ролика;

$\mu_{п.р}$  – коефіцієнт тертя в підшипниках;

$M_{бук.р}$  – момент можливого буксування роликів по металу при випадковому упорі металу в перешкоду;

$\mu_{б.р}$  – коефіцієнт тертя ролика при буксуванні;

$d_p$  – діаметр бочки ролика;

$M_{ст.р}$  – статичний момент навантаження привода;

$M_{дин}$  – динамічний момент, кН·м;

$J$  – момент інерції мас, що обертаються з прискоренням;

$g_\omega$  – кутове прискорення обертової маси, рад/с

$M_{рол}$  – сумарний момент приводу;

$N_{рол}$  – потужність, яка потрібна для обертання роликів, кВт;

$\omega_p$  – кутова частота обертання роликів, 1/с.

$N_{дв}$  – потужність електродвигуна для приводу роликів;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії передачі від двигуна до роликів.

## ВСТУП

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

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

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

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

## 1 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Опис конструкції та принцип дії внутрішньо пічного рольганга

Роликова піч – прохідна піч безперервної дії, подина якої складається з великого числа обертаються спеціальним приводом роликів, виконаних з жароміцної сталі або водо охолоджуваних. Роликові печі опалюються, головним чином, газоподібним паливом з використанням великої кількості пальників або радіаційних труб, розташованих на поздовжніх стінах печі вище і нижче роликів; існують також електричні печі. Роликові печі застосовують для термічної обробки металевих виробів і, рідше, для нагріву металу перед гарячою обробкою тиском. Перевага роликової печі перед іншими печами прохідного типу одне: роликовий подина найкращим чином відповідає умовам потокового виробництва, т. до. вона легко вбудовується в цехові рольганги. Зокрема, роликова піч краще інших печей підходить для підігрів напіврозкатів. Найбільш відповідальним елементом роликової печі є ролики.

Їх стійкість залежить від температури в печі і ширини печі. Печі з температурою газу 800...1000 °С оснащують неохолоджуваними роликами, а з температурою 1000...1200 °С – роликами з водоохолоджуваним валом, простір між яким і бочкою заповнено теплоізолятором. У будь-якому випадку в роликах охолоджують цапфи. У переважній більшості випадків ролики роблять водоохолоджуваними, з гладкою бочкою з жароміцної хромонікелевої сталі. Щоб уникнути деформації бочки ролика, він повинен обертатися постійно, зупинки допустимі не довше, ніж на 3...4 хвилини.

Кладка робочого простору печі виконується з шамотної цегли (внутрішній шар) і будь-якого теплоізоляційного матеріалу (зовнішній шар).

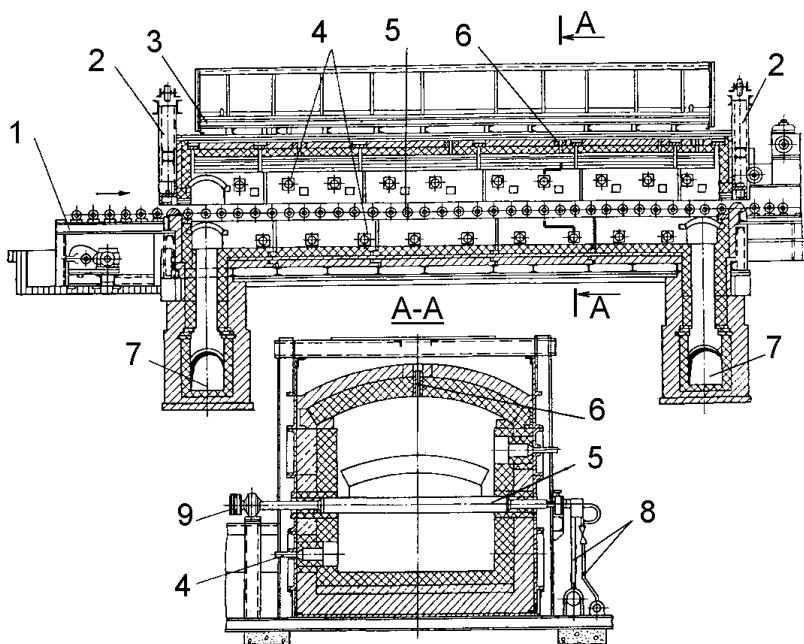
Піч призначена для нагрівання під загартування сортового прокату. Габарити робочого простору 2×2×20 метрів. На відміну від звичайних конструкцій термічних печей, в даній конструкції пальники створюють факел безпосередньо в робочому просторі, тобто відсутні форкамери, радіаційні труби і підподові топки. Така конструкція більше підходить для нагрівання металу перед деформацією, але в окремих випадках з особливою обережністю може використовуватися і для складної термообробки типу відпал.

Потенційні можливості даної печі для проведення якісної ізотермічної витримки закладені в двосторонньому по довжині печі відведенні диму і організації прямооточного режиму теплової обробки металу в середовищі продуктів горіння.

## 1.2 Конструктивне виконання машини

Піч працює наступним чином. Метал для термообробки надходить на приймальний стіл прямо з рольганга, якщо піч вбудована в технологічну лінію, або подається краном (наприклад, пачки листів). Заслінка торця посада відкривається і метал заходить в піч на додаток до наявної коші; заслінка опускається. Метал поступово проходить постійно обертається роликam і нагрівається до необхідної температури ( $1150^{\circ}\text{C}$ ). Завдяки боковому розташуванням пальників, можливий не тільки простий нагрів під загартування (нормалізацію) або високий відпустку, але і більш складний ізотермічний відпал (нагрів до  $750\dots 800^{\circ}\text{C}$ , витримка, охолодження до  $600\dots 700^{\circ}\text{C}$ , витримка).

Схема роlikової печі наведена на рисунку 1.1.



1 – приймальний стіл; 2 – механізм підйому заслінки; 3 – майданчик для обслуговування термопар; 4 – пальники; 5 – роликam; 6 – отвори для термопар; 7 – димовий борів; 8 – підвід і відвід охолоджувальної води; 9 – пристрій для обертання роликam.

Рисунок 1.1 – Схема роlikової печі



### 1.3 Аналітичний огляд

#### 1.3.1 Літературний огляд

Рольганги за призначенням поділяють на такі групи: робочі – обслуговують технологічні машини; транспортні – подають прокат до технологічних машин; спеціальні – виконують, крім транспортування заготовок, ряд інших операцій. До них належать пічні, хитні, пересувні, пакетуючі та ін.

##### 1.3.1.1 РОБОЧІ РОЛЬГАНГ

Робочі рольганги є найбільш навантаженими механізмами прокатних станів: велике число включень за годину (більше 1000), ударне прикладання сил, багатоланкові системи із загальним приводом.

На рис.1.2 [1] проведено схему робочого рольганга з малим кроком роликів 4, що подають важкі короткі зливки (заготовки). Привод загальний з трансмісійним валом і конічними передачами 2, що монтується в одному корпусі з мастильною ванною для редуктора 1.

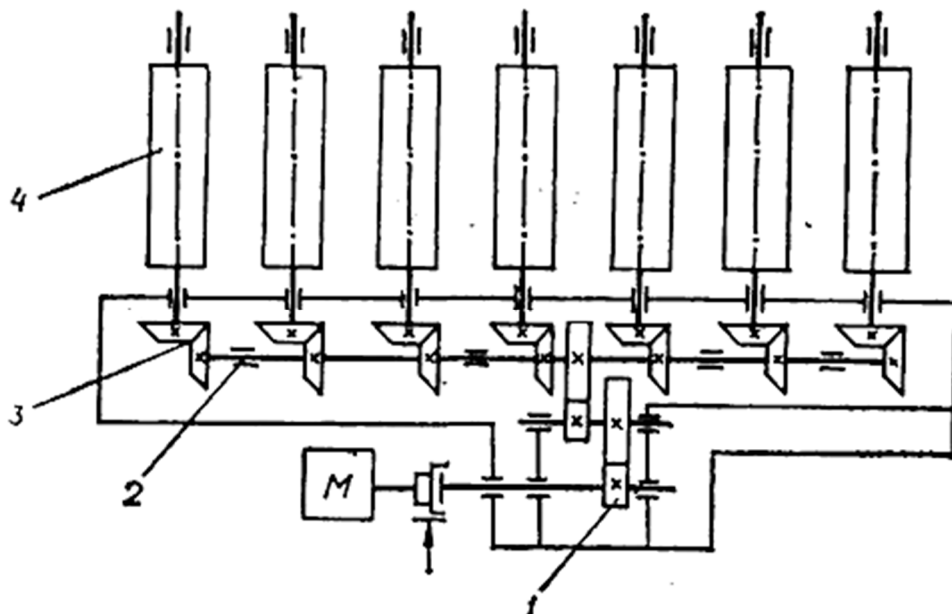


Рисунок 1.2 – Схема рольганга з груповим приводом

##### 1.3.1.2 РОЛЬГАНГИ З ЛАНЦЮГОВИМ ПРИВОДОМ

Рольганги з ланцюговим приводом (рис. 1.3 а [1]) застосовують для транспортування легкого прокату, наприклад у прохідних печах. Індивідуальний

привод може бути без редуктора (рис 1.3 б [1]) і з редуктором (рис 1.3 в [1]); застосовують також зубчасті муфти або шарніри Гука.

Електродвигуни з роликками з'єднані зубчастими або тороїдними муфтами. При малому кроці роликків електродвигуни розташовують у шахматному порядку; окремі ролики приводяться в дію через проміжний вал (рис 1.3 б [1]). Така система застосовується для підпружинених роликків станів для компенсації переміщень.

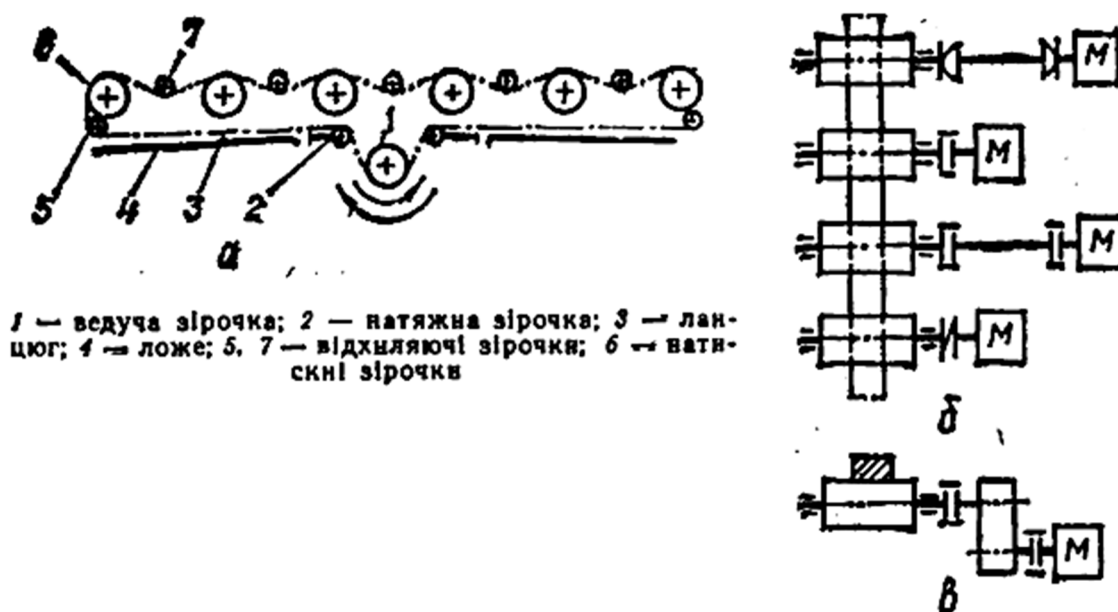


Рисунок 1.3 – Схема ланцюгового привода, а – пічного рольганга та рольганга с індивідуальним приводом (б,в)

Їхні переваги – менша вартість, кращі умови експлуатації. Основними параметрами рольганга є діаметр і довжина ролика, крок, лінійна швидкість переміщення металу.

### 1.3.2 Патентний огляд

#### 1.3.2.1 Ролики пічних РОЛЬГАНГІВ

Відома конструкція ролика рольганга [2] в якій з метою збільшення міцності й надійності роботи ролика при збереженні його розмірів і ваги, що досягається за рахунок створення вихідного напруженого стану матеріалу ролика, що дозволяє зменшити розтягувальні напруги від вигину в тілі ролика під час прикладання до нього робочих навантажень.

Бочка ролика (рис. 1.4) виконана біконічною зі звуженням в напрямку від циліндричної частини бочки ролика до цапф ролика, а робоча частина ролика виконана у вигляді кілець однакового діаметра, приварених по всій довжині бочки. Біконічна форма ролика дозволяє знизити масу ролика та збільшити його піддатливість, що досить суттєво при ударах прокату по роликові. Це знижує динамічні навантаження на підшипникові опори й збільшує надійність роботи ролика.

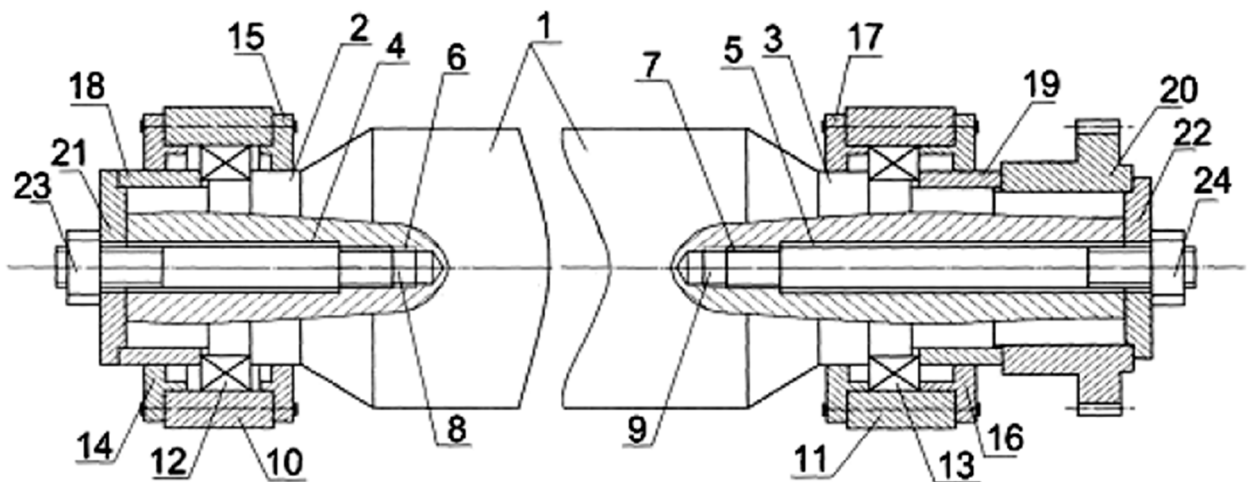


Рисунок 1.4 – Ролик рольганга

Для досягнення технічного результату ролик рольганга, що містить бочку із двома цапфами, які опираються на підшипникові опори з підшипниками, корпусами й кришками, кінцевими шайбами й стопорними кільцями осьової фіксації підшипників, згідно з корисною моделлю, він обладнаний двома гайками й шпильками, установленими у виконаних осьових отворах із внутрішньою нарізкою, зміщеною до центра ролика відносно місць переходу цапф у бочку, крім того шпильки встановлені таким чином, що їх нарізні частини виступають за торці цапф, а діаметри кінцевих шайб, розташованих на шпильках, виконані не менше діаметрів цапф ролика.

Ролик (розворотного) рольганга складається з тіла (бочки) ролика 1, що має по довжині дві ділянки з різними діаметрами, двох цапф 2 і 3, у кожній з яких виконані осьові отвори 4, 5 із внутрішньою нарізкою 6, 7, які розташовані в кожному отворі, та зміщеною до центра ролика відносно місць переходу цапф у бочку 1 (рис. 1,4 та 1,5) [2].

В осьових отворах 4, 5 установлені шпильки 8, 9, довжина яких така, що їх зовнішні нарізні частини виступають за габарити ролика.

На цапфах 2, 3 ролика встановлені підшипникові опори з корпусами 10, 11 і встановленими в них підшипниками 12 та 13, торцевими кришками 14, 15, 16, 17, запірними втулками 18, 19 і зубчастою втулкою 20.

На шпильках установлені кінцеві шайби 21, 22, які притягнуті заданим зусиллям до торців цапф за допомогою гайок 23, 24.

На рисунку 1.5 [2] показані епюри навантажень, що виникають від вигину ролика при додатку до нього зосередженого навантаження в середині довжини бочки й при стисненні цапф шпильками, епюри напруг у перетині II-II від згинаючої сили  $P$ , що стискає сили  $P_3$  і сумарна епюра напруг, побудовані при коефіцієнті компенсації  $k=0,5$ .

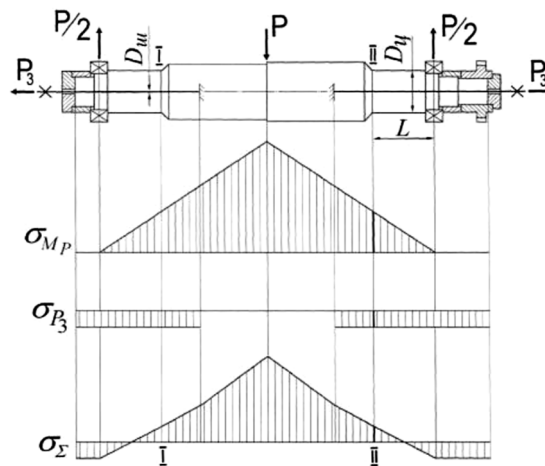


Рисунок. 1.5 – Схема навантажень ролика та епюри напружень

Відома конструкція рольганга [12] в якій з метою підвищення довговічності і надійності роботи пічних роликів, що складається у зменшенні деформації пічних роликів за рахунок природного повітряного охолодження через вентиляційні канали складеної бочки.

Конструкція ролика пічного рольганга (1.6) складається з порожнистої осі 1, що насаджена на кінцеві цапфи 2, і складовій бочки 3, яка набирається із зовнішніх кільцевих втулок 4 з поздовжніми виступами 5 на внутрішній поверхні 6 (рис.1.6). Кільцеві зовнішні втулки 4 з'єднані з порожнистою складовою віссю 1 за допомогою поясків 7, що центрують, розташованих на торцевих ділянках поздовжніх виступів 5 зовнішніх кільцевих втулок 4. На торцевих втулках 8, на посадковій поверхні 9 кінцевих цапф 2 і у порожнистій сталевій осі 1 виконані

спільні отвори 10 для розміщення фіксуючих елементів 11 (рис. 1.6)[3], які зафіксовані стандартними деталями 12 щодо кінцевих цапф 2. У місці з'єднання цапфи 2 з порожнистою сталеву віссю 1 по посадковій поверхні 9 цапфи 2 виконані вентиляційні отвори 13. Відповідні вентиляційні отвори 13 виконані також у порожнистій сталевій осі 1 і з'єднують внутрішню порожнину 14 порожнистої осі 1 з вентиляційними каналами 15 (рис. 1.6)[3]. Ролик перебуває в пічному просторі утвореному бічними кладками 16 печі, склепінням і черенем (на фігурах не показані). Торцеві втулки 8 бочки 4, а також кінцеві цапфи 2 заходять в отвори 17, виконані в кладці 16 з верхнім зазором 18 і нижнім зазором 19.

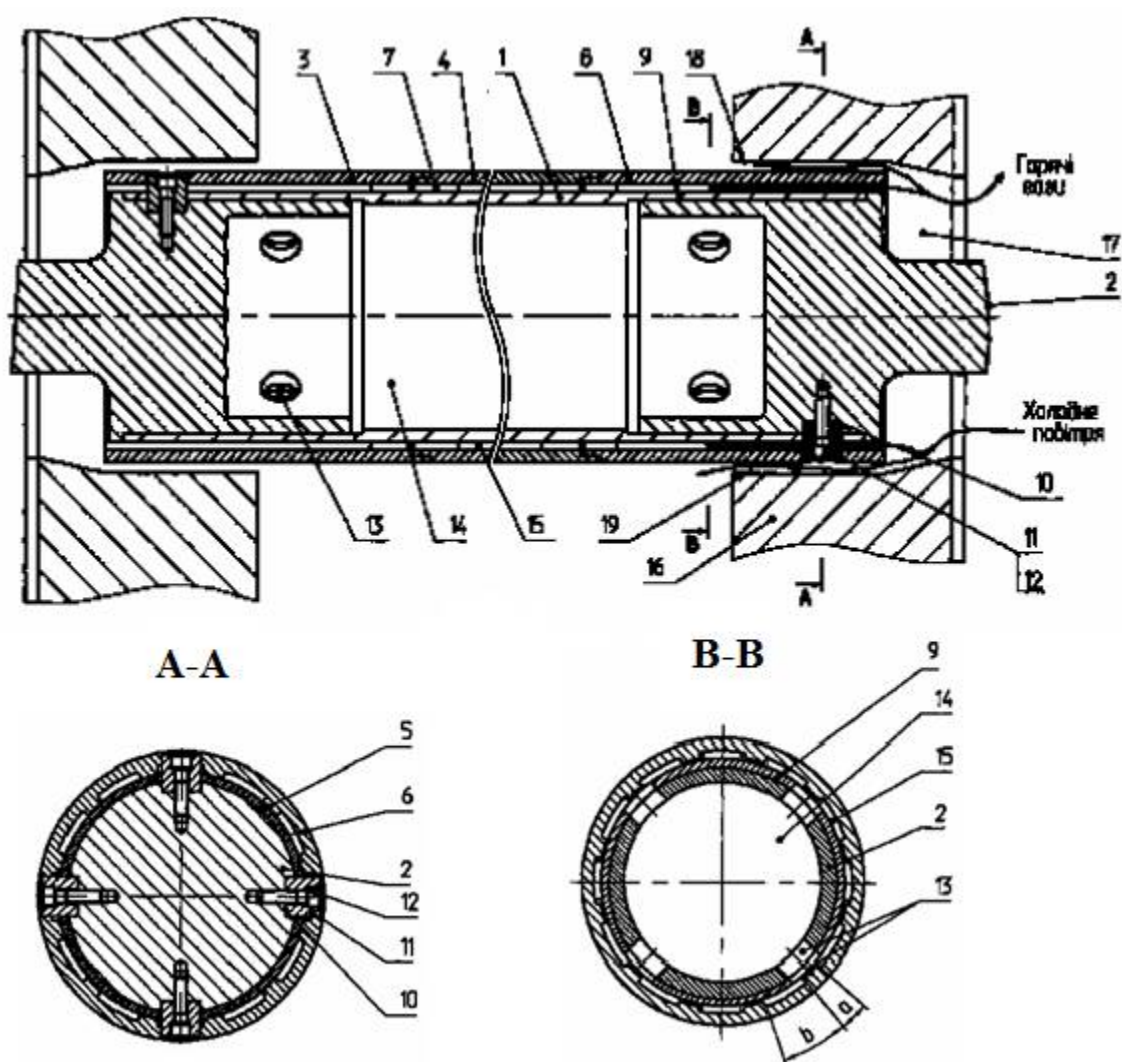


Рисунок 1.6 – Пічний ролик, вигляд у плані

Для вдосконалення ролика пічного рольганга, що включає порожнисту сталеву вісь, насаджену на кінцеві цапфи, і складену бочку, що набирається із зовнішніх кільцевих втулок з поздовжніми виступами на внутрішній поверхні,

відповідно до винаходу, зовнішні кільцеві втулки з'єднані безпосередньо з порожнистою сталеву віссю за допомогою центрувальних поясків, які виконані на поздовжніх виступах, з боку кожного торця зовнішніх втулок, при цьому в кінцевих зовнішніх втулках виконані отвори для розміщення елементів, що фіксують втулки відносно кінцевих цапф, при цьому на ділянці з'єднання порожнистої сталеву осі й цапфи виконані вентиляційні отвори. Відповідно до корисної моделі, зовнішні кільцеві втулки виконані з жароміцного чавуну, а розмір поздовжніх виступів зовнішньої кільцевої втулки в поперечному перерізі виконаний меншим за розмір пазів втулки з відношенням  $a/b=0,30\dots0,45$ , де  $a$  - ширина поздовжнього виступу внутрішньої поверхні зовнішньої кільцевої втулки;  $b$  - ширина поздовжнього паза внутрішньої поверхні зовнішньої кільцевої втулки.

Відома конструкція ролика рольганга [4] в якій з метою підвищення довговічності й надійності роботи пічних роликів, що складається шляхом зменшення деформації пічних роликів за рахунок збільшення 30 поперечної й поздовжньої жорсткості осі ролика.

Ролик пічного рольганга (рис. 1.7) [4] містить порожнисту зварену вісь 1 з радіальними вентиляційними отворами 2, розташованими по гвинтовій лінії й поздовжніми ребрами 3 жорсткості на внутрішній поверхні 4 осі з рівним опором вигину по всій їх довжині. Внутрішні поверхні 4 осі посаджені на привідну 5 і непривідну цапфи 6 з горизонтальними вентиляційними каналами 7 з розтрубами 8 з боку непривідної цапфи. Складена бочка 9 містить кільцеві втулки 10 з поздовжніми пазами 11, які разом з віссю 1 утворюють вентиляційні канали 12.

Порожниста зварна вісь 1 складається з модулів 13 по довжині, при цьому складені модулі з торців постачені дисковими ребрами 14 і 15, циліндричні поверхні 16 і 17 яких виконані з можливістю взаємного центрування суміжних модулів. Товщина дискових ребер 14 із циліндричною поверхнею 16, що охоплює, дорівнює товщині у поздовжніх ребер 3 жорсткості (наприклад розмір  $t$ ). Товщина дискових ребер 15 з охоплюваною циліндричною поверхнею 17 дорівнює подвійній товщині у поздовжніх ребер 3 жорсткості осі ( $2t$ ) (рис.1.7) [4].

Для вдосконалення ролика рольганга, використовують ролик рольганга який містить порожнисту сталеву вісь із радіальними вентиляційними отворами, розташованими по гвинтовій лінії, й поздовжніми ребрами жорсткості на її

внутрішній поверхні, і складену бочку, що набрана із зовнішніх кільцевих втулок з поздовжніми пазами на внутрішній поверхні, які в з'єднанні із зовнішньою поверхнею й радіальними отворами порожнистої осі утворюють поздовжні осьові вентиляційні канали, орожниста зварна вісь виконана зі складених модулів по довжині, при цьому всі складені модулі з торців обладнані дисковими ребрами, циліндричні поверхні яких виконані з можливістю взаємного центрування суміжних модулів, крім того, товщина дискових ребер із циліндричною поверхнею, що охоплює, дорівнює товщині поздовжніх ребер жорсткості, а товщина дискових ребер з охоплюваною циліндричною поверхнею дорівнює подвійній товщині поздовжніх ребер жорсткості.

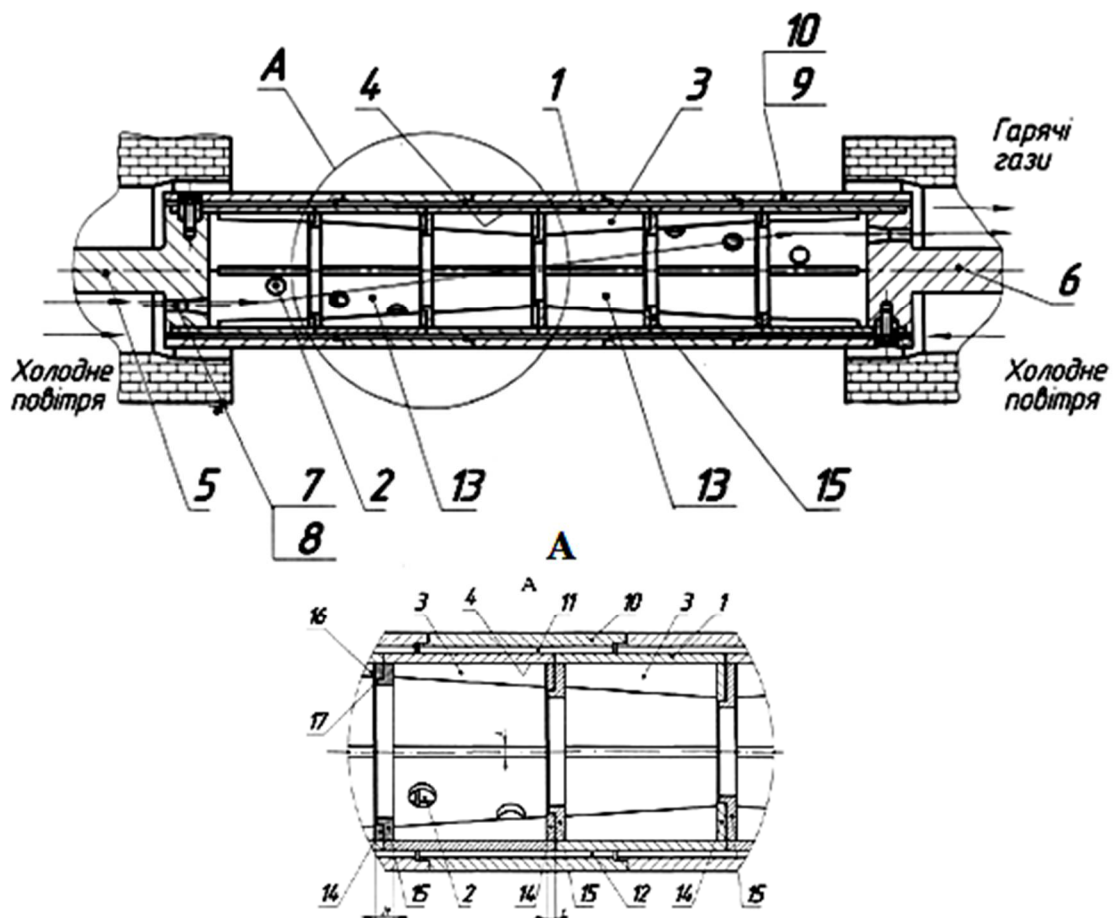


Рисунок 1.7 – Ролик пічного рольганга

Відомий рольганг, який містить ряд валів з встановленими на них транспортує роликми і з розміщеними по одному на всіх валах провідними колесами, закріплених жорстко, і веденими колесами, встановленими вільно [5]. Всі колеса розташовані у шаховому порядку у двох паралельних рядах і кінематично зв'язані в ряду між собою за допомогою нескінченного гнучкого тягового

елемента, напрями охоплення яким ведучих і ведених коліс діаметрально протилежні, а напрями охоплення однойменних коліс гнучкими елементами пари рядів ідентичні. Ряди коліс розташовані по обох кінцях валів.

Відома мета для вдосконалення рольганга, яка заключається в рівномірному розподілу потужності по довжині рольгангу і зменшення навантаження на вали роликів, а отже, поліпшення транспортування вантажів і підвищення надійності в роботі і терміну служби рольганга.

Рольганг містить ряд валів 1 (рис.1.8) [5], що вільно обертаються в підшипниках (на рис. не показані), з встановленими на них ідентичними транспортують циліндричними роликами 2 і колесами (зубчастими або фрикційними) 3, 4, розміщеними в двох основних рядах 5, 6 і в двох додаткових рядах 7, 8. Колеса 3 виконані провідними, жорстко закріпленими на кожному зовнішньому 9 і внутрішньому 10 в рядах 5-8) валу. Колеса 4 виконані відомими, вільно встановленими на внутрішніх у лавах 5-8 валах 10. У кожному ряду 5-8 ведені колеса 4 розташовані по черзі з провідними колесами 3. В основних 5, 6 і додаткових 7, 8 рядах провідні 3 і ведені 4 колеса розташовані в шаховому порядку. Привід 11 рольганга кінематично пов'язаний з валами 12, 13 перших двох роликів 14, 15. Обидва пов'язаних з приводом 11 валу 12, 13 кінематично зв'язані між собою. Ця кінематичний зв'язок може бути реалізована по-різному. В одному з варіантів виконання пристрою кінематичний зв'язок валів 12, 13 виконана у вигляді двох встановлених на валах 12, 13 однакових зубчастих коліс 16 і розташованої між ними в зачепленні шестерні 17, встановленої на валу 18 приводу 11. У кожному ряду 5-8 провідні 3 і ведені 4 колеса охоплені по чергово з протилежних сторін гнучкими тяговими елементами 19-22, виконаними у вигляді зубчастого ременя з зубцями на його зовнішній та внутрішній поверхнях, або у вигляді ременя з циліндричними отворами під зуби коліс, або у вигляді ланцюга, або, нарешті, у вигляді фрикційного ременя (на рис. не показаний). В двох основних рядах 5, 6 однойменні колеса 3 охоплені гнучкими тяговими елементами 19, 20 з однакових сторін (зверху). однойменні колеса 3 (або 4) основних 5, 6 і додаткових 7, 8 рядів охоплені гнучкими тяговими елементами 19-22 з діаметрально протилежних сторін (якщо в рядах 5, 6 зверху, то у лавах 7, 8 знизу). В одному з варіантів конструктивного виконання пристрою кути охоплення коліс 3, 4 гнучкими тяговими елементами 19-22 рівні між собою.



Крутний момент на вали 12, 13 перших двох роликів 14, 15 передається від приводу 11 через вал 18, його шестерню 17 та зубчасті колеса 16, які при цьому набувають обертання в одному напрямку. Колеса 23, 24 валів 12, 13 перших двох роликів 14, 15 передають при цьому обертання через гнучкі тягові елементи 19, 20 решті колесам основних рядів 5, 6 по прямій лінії 25, 26 (рис.1.8) [5] до останніх рядів роликів 27, 28, а колеса 29, 30 (рис.1.11) цих валів через гнучкі тягові елементи 21, 22 - іншим колесам додаткових рядів 7, 8 по зворотній лінії 31, 32 (рис.1.12 і 1.13) [5]. За рахунок того, що гнучкі тягові елементи 19, 20 (рис.1.8) у рядах 5, 6 огинають колеса валів 3 зверху, а гнучкі тягові елементи 21, 22 в рядах 7, 8 - знизу, а також за рахунок того, що гілки гнучких тягових елементів 19, 20, 21, 22, взаємодіючи з провідними колесами 3, рухаються в протилежних напрямках, всі провідні колеса 3 і відповідно ролики 2 отримують обертання в одну сторону. Роздача потужності в рольганг валами 12, 13 перших двох роликів здійснюється, таким чином, у двох протилежних напрямках. Енергія з гнучким тяговим елементам 19, 20 надходить до роликів в одному напрямку, а з гнучким тяговим елементам 21, 22 до тих же роликів в протилежному напрямку.

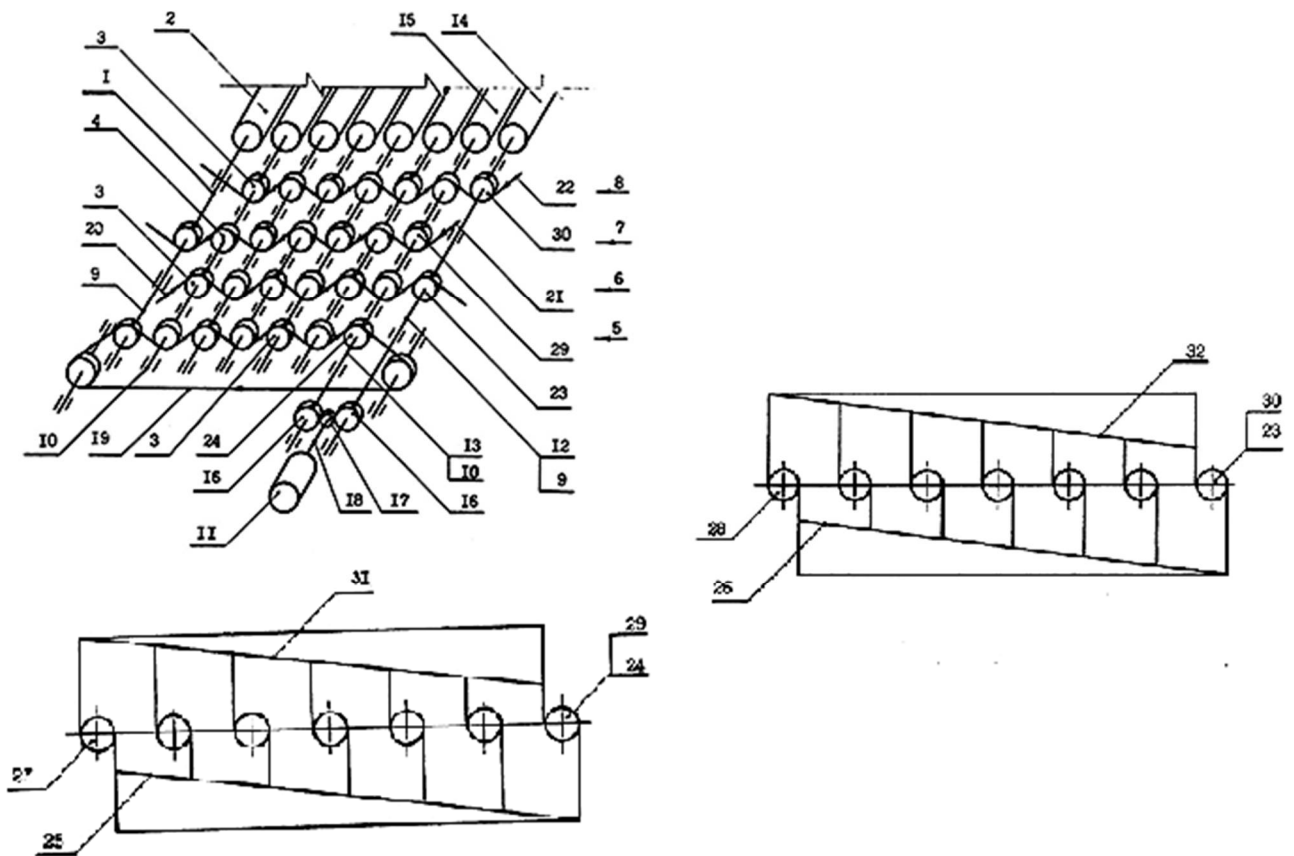


Рисунок 1.18 – Рольганг з кінематичною схемою приводу його роликів

Вдосконалення рольганга досягається тим, що рольганг, містить ряд валів з встановленими на них транспортують роликками, два основних ряду встановлених на валах коліс, провідні з яких жорстко закріплені на кожному валу, а ведені вільно встановлені на внутрішніх у рядку валах і розташовані по черзі з провідними колесами, і привід, кінематично пов'язаний з одним з валів, при цьому ведучі та ведені колеса у кожному основному ряду охоплені по чергово з протилежних сторін гнучким тяговим елементом, а в двох основних рядах однойменні колеса охоплені гнучкими тяговими елементами з однакових сторін і розташовані в шаховому порядку, забезпечений двома додатковими рядами коліс, встановлених на валах і охоплених гнучкими тяговими елементами. Привід кінематично пов'язаний з іншим валом. Обидва пов'язаних з приводом валу кінематично зв'язані між собою. Однойменні колеса основних і додаткових рядів охоплені гнучкими тяговими елементами з діаметрально протилежних сторін.

Відомий водоохолоджуваний ролик рольганга [6], що містить бочку, в якій встановлено гвинтовий вал з лопаттю, на якій розміщені пружні щітки. З метою створити водоохолоджуваний ролик з водоохолоджуваними ущільнювальними вузлами підшипників, які були б досить простими у виготовленні і обслуговуванні, надійними в експлуатації, ефективними в охолодженні і вирівнювання температур між роликом і опорами.

Водоохолоджуваний вузол ролика рольганга прокатного стану містить дві стаціонарні опори 1 і 2, одна з яких 2 виконана з отвором під фіксуєчий штифт 3 (рис. 1.9). У опори 1 і 2 рис.1.9 [6] встановлюється водоохолоджуваний ролик 4 з підшипниковими вузлами 5 і 6, один з яких 6 також має отвір під штифт 3 для осьової фіксації подушок 7 і 8 підшипникових вузлів 5 і 6. Передбачені бічні ребра жорсткості 9 і фіксуєчі болти 10 на рис. 1.9.

В подушках 7 і 8 (рис. 1.9) встановлений водоохолоджуваний ролик 4 із закріпленою за допомогою фланця 11 втулкою 12, яка сполучається з водоохлаждаємою кришкою 13 через кільце 14 і дві манжети 15 (рис. 1.9), закріплені кільцем 16 (рис. 1.9), при цьому в водоохлаждаємою кришці 13 встановлена трубка 17 (рис. 1.9) з вкручені в неї соплом 18 для подачі маслороздушного мастильного матеріалу від пристрою змазування «масло-повітря» на тіла кочення підшипника 19, встановленого в подушці 7, зафіксованого з протилежного боку від водоохлаждаємою кришки 13, кільцем 20, в якому встановлена манжета 21, упираючися своїми кромками про циліндричну поверхню водоохолоджуваних

ролика 4 (рис. 1.9), на більшому діаметрі якого встановлено водоохолоджуване кільце 22, що знаходиться в порожнині кожуха 23 з двох половин, у якого є відводи 24 і 25 для видалення води, що надійшла з отворів 26 водоохолоджуваних ролика 4 (рис.1.9), який по всій довжині бочки ролика має порожнину 27, в кінці якої також є отвір 28 для видалення води з порожнини 27 через отвори 29 і 30 відповідного кожуха 23, який фіксує кільце 31 з встановленою в ньому манжетою 32, захищає підшипник 33, закріплений на водоохлаждаемом ролику 4 з допомогою гайки 34, півкільце 35, стягнутих болтами, а в подушці 7 підшипник 33 зафіксований за допомогою кришки 36 через кільце 37, в кришці 36 також встановлена манжета 38, зафіксована кільцем 39, і змащувальне сопло 40 для подачі масла від пристрою змазування «масло-повітря» на тіла кочення підшипника 33. У кришці 36 є отвір 41 діаметром 2-5 мм, розташоване не нижче 1/3 діаметра тіла кочення підшипника, для створення масляної ванни, дренажу повітря і підтримки надлишкового тиску близько 0,02 МПа. У водоохлаждаемой кришці 13 також є отвір 42 для мастильної порожнини і отвір 43 для видалення води, при цьому в кришці 13 встановлений патрубковий 44 для подачі води в порожнину 45 (рис. 1.9), з якої вона через отвір 46 надходить у внутрішню порожнину водоохлаждаемой кришки 13 і далі через втулку 12 в порожнину 27, для відведення надлишків води з порожнини 45 кришки водоохлаждаемой передбачено коліно 47 (рис. 1.9) [6].

Створення вдосконалення досягається за рахунок того, що водоохолоджуваний вузол ролика рольганга прокатного стану містить водоохолоджуваний ролик з порожниною охолодження, утвореної центральним осьовим каналом підведення охолоджувальної середовища, і підшипниковими вузлами, встановленими на двох стаціонарних опорах в подушках, закритих з торців кришками з ущільненнями, вузол підведення охолоджувальної води, виконаний у вигляді обертається разом з роликом втулки і нерухомого кільця, і канали відведення охолоджувальної середовища. При цьому новим є те, що водоохолоджуваний вузол ролика рольганга прокатного стану забезпечений пристроєм змазування підшипників, кожухами водяного охолодження підшипникових вузлів, що складаються з двох половин і примикають до кришок подушок, розташованим з боку бочки ролика, з утворенням зі згаданими кришками камер охолодження, в яких розміщено встановлене на ролику водоохолоджуване кільце, і водоохлаждаемой кришкою, що примикає до кришки подушки з боку, протилежному вуз-



від рольганга поза зоною самого рольганга, шляхом розміщення секцій рольганга в районі підвалів з технологічним устаткуванням на несучих балках, які мають опори поза районом підвалів.

Рольганг складається із секцій 1, що містять ролики 2 (рис. 1.10 – 1.11)[3], які з'єднані з електродвигунами 3. Ролики 2 мають опорні вузли, що включають подушки 4, які опираються на рами 5 (рис. 1.). Секції 1 рольганга встановлені на балках 6, на яких виконані опорні поверхні 7 під рами 5. На кінцях рам 5 виконані пази 8 з опорними поверхнями 9 під балки 6. На балках 6 виконані опорні поверхні 10 для фундаментних основин (рис. 1.11).

При цьому на рис.1.10 показаний варіант (виконання 1), де на балках 6 виконані опорні поверхні 10 з одного кінця, а на рис. 1.11 - варіант (виконання 2), де опорні поверхні 10 із двох кінців балок 6. При такому монтажі рольганга прокатного стана на балках 6 між перекриттям підвалу й балкою залишається зазор і перекриття не навантажується. Той або інший варіант виконання застосовується залежно від розташування встаткування й підвалів у цеху.

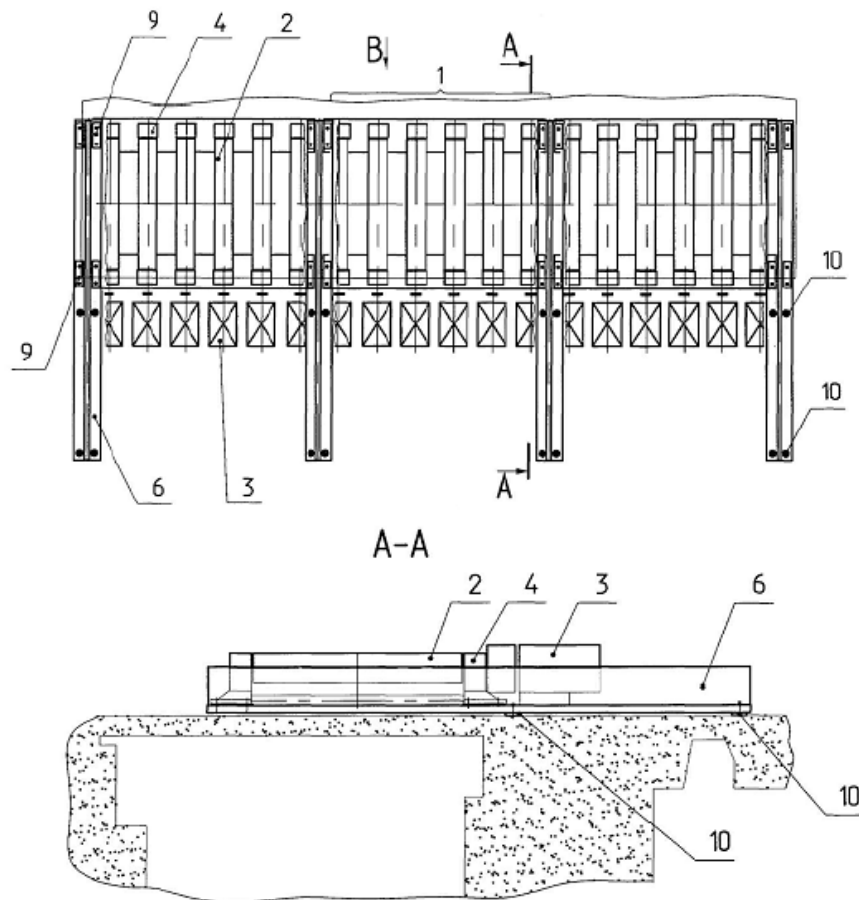


Рисунок 1.10 – Рольганг, вид у плані (виконання 1)

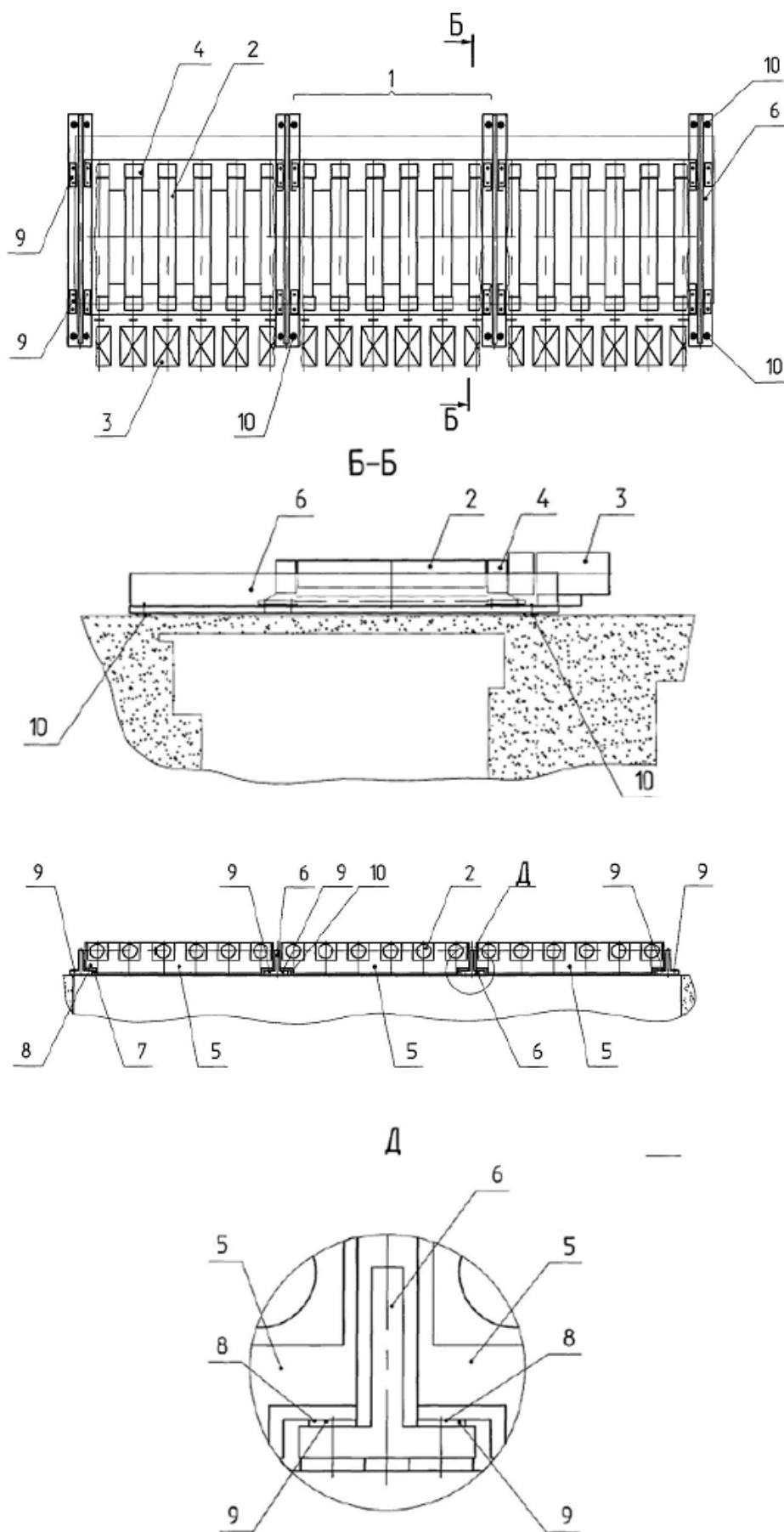


Рисунок 1.11 – Рольганг, вид у плані (виконання 2)

Для вирішення технічного результату, рольганг прокатного стану, який складається із секцій, що містять рами з розміщеними в них приводними роликми з підшипниковими опорами, а також фундаментні основи, згідно з корисною моделлю, рольганг постачений балками, на яких виконані опорні поверхні під рами секцій, а також опорні поверхні для фундаментних основин, які розміщені поза опорною поверхнею під рами секцій, при цьому на кінцях рам кожної секції виконані пази з опорними поверхнями відповідними опорним поверхням балок під згадані рами. Крім того, на балках опорні поверхні для фундаментних основин виконані з обох кінців. Також, крім того, на балках опорні поверхні для фундаментних основин виконані з одного кінця.

Завдяки тому, що рольганг постачений балками, на яких виконані опорні поверхні під рами секцій, а також опорні поверхні для фундаментних основин, які розміщені поза опорною поверхнею під рами секцій, при цьому на кінцях рам кожної секції виконані пази з опорними поверхнями відповідними опорним поверхням балок під згадані рами, стало можливим установлювати рольганг, за допомогою балок, не опираючись на перекриття підвалів, які розташовуються безпосередньо під рольгангом прокатного стану. За рахунок того, що на балках опорні поверхні для фундаментних основин виконані з обох кінців (або виконання, де на балках опорні поверхні для фундаментних основин виконані з одного кінця), стало можливим використовувати існуючі фундаменти поза площею перекриття підвалів.

Відомий рольганг прокатного стану, який містить транспортуючі ролики, кожен з яких встановлений на окремій опорі. Ці опори з'єднані одна з одною за допомогою загальної станини. Ролики на опорах регулюються по висоті за допомогою гідравлічного або пневматичного механізму підйому. Мета вдосконалення полягає у створенні рольганга прокатного стану, що дозволяє підвищити надійність роботи, виключаючи заклинювання рухомих ланок, і забезпечити подачу прокату по осі прокатки [8].

Рольганг прокатного стану складається з підйомної рами 1, несучої транспортуючі ролики 2, встановленої на стійках 3, 4 з можливістю вертикального переміщення і нахилу, і змонтованих в цих стійках механізмів підйому 5, 6 (рис. 1.12), наведених електродвигунами 7.

Кожен механізм підйому 5, 6 (рис. 1.12) виконаний у вигляді склянки 8, розташованої усередині нього з можливістю переміщення гайки 9, закріпленої зі

склянкою 8 черв'ячного редуктора 10 і гвинта 11, пропущеного через отвір, виконане в редукторі 10 і склянці 8.

Гвинт 11, фіксований в осьовому напрямку, має на одному кінці шлицеву нарізку, а на іншому - різьблення, взаємодіє з гайкою 9 склянки 8, шарнірно з'єднаної через вушко 12 з рамою 1 (рис. 1.12) [8].

Крім того, принаймні, на одній з стійок 4 шарнірно закріплена поворотна траверза 13, на якій змонтований механізм підйому 6.

Для налаштування рольганга по висоті при зміні діаметра прокатываємого виробу включаються електроприводи 7 підйому. Обертання через черв'ячні редуктори 10 (рис. 1.12) передається фіксованим в осьовому напрямку гвинтам 11, що змушує гайки 9 і шарнірно пов'язану з ними раму 1 рольганга переміщатися вертикально в своїх напрямних.

Дане конструктивне виконання рольганга дозволяє уникнути зазвичай викликається цим заклинювання рухомих ланок за рахунок того, що один з механізмів підйому 6 (рис. 1.12) змонтований на поворотній траверзі 13, а також за рахунок шарнірного з'єднання гайок 9 (рис. 1.12) з рамою 1 рольганга [8].

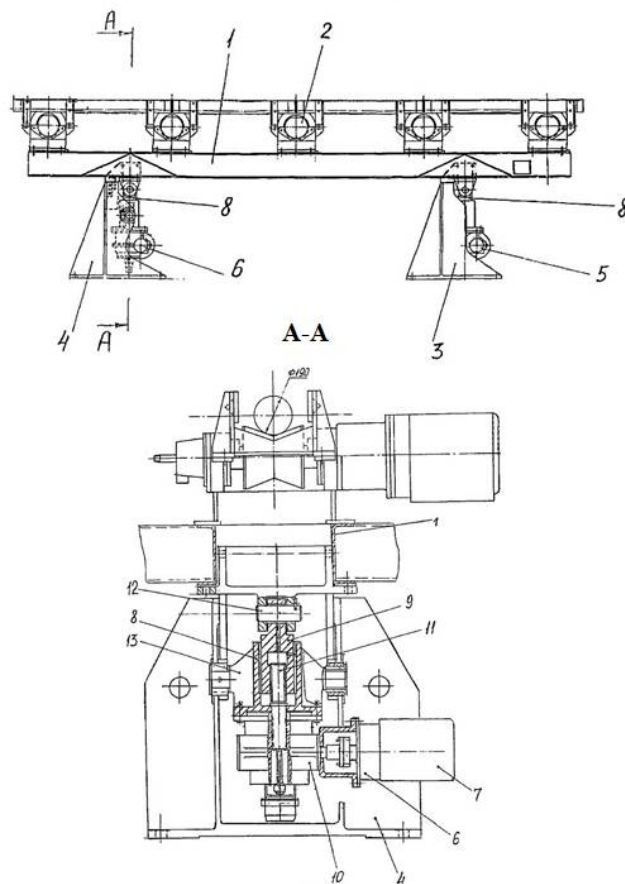


Рисунок 1.12 – Рольганг, загальний вигляд



Мета досягається встановленням рольганга прокатного стану, що містить приводні транспортуючі ролики і механізм підйому, на якій розташовані транспортуючі ролики, і додатковим механізмом підйому рами, а кожен механізм підйому рами розташований у стійці і виконаний у вигляді склянки, розташованої усередині нього з можливістю переміщення гайки, шарнірно з'єднаної через вушко з рамою, закріпленого зі склянкою черв'ячного редуктора, при цьому в редукторі і склянці виконано отвір, в якому встановлено гвинт, що має на одному кінці шлицеву нарізку, а на іншому - різьблення, взаємодіє з гайкою склянки, крім того, принаймні, на одній з стійок шарнірно закріплена поворотна траверза, на якій змонтований механізм підйому.

Відомий пічний ролик у якого, з метою підвищення стійкості металевих дисків, довговічності ролика пічного рольгангу і пічного рольганга в цілому, зниження тепло втрат і витрати палива при роботі в умовах високої температури, використовують ізоляційні порошки, засипаемые між бочкою і водоохладжуваною віссю[9]

На рисунку 1.13 зображені ролики пічного рольганга

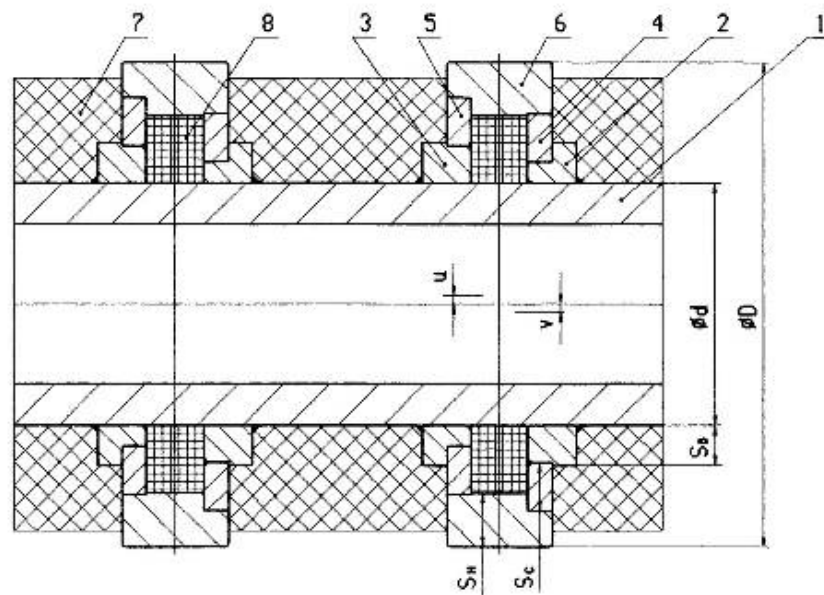


Рисунок 1.13 – Ролики пічного рольганга

Ролик містить принаймні один диск, пов'язаний своєю внутрішньою циліндричною поверхнею з зовнішньою циліндричною поверхнею охолоджуваної бочки і закріплений на ній. Диск складається з п'яти кілець. У зовнішньому кільці, геометрична вісь зовнішньої циліндричної поверхні якого збігається з геометричною віссю зовнішньої циліндричної поверхнею бочки, на його торцях

виконані циліндричні розточування, в яких розміщені два середніх кільця, причому принаймні одна з паросточок для розміщення середнього кільця виконана з ексцентриситетом відносно геометричної осі зовнішньої циліндричної поверхні зовнішнього кільця, а два внутрішніх кільця своїми внутрішніми циліндричними поверхнями пов'язані з зовнішньою циліндричною поверхнею бочки і закріплені на ній, а на зовнішній поверхні кожного внутрішнього кільця виконана циліндрична проточка, яка пов'язана з внутрішньою циліндричною поверхнею відповідного середнього кільця, причому принаймні на одному з внутрішніх кілець проточка виконана з ексцентриситетом відносно внутрішньої циліндричної поверхні внутрішнього кільця. Поверхня бочки ролика теплоізолювана теплоізоляційним матеріалом, а внутрішні порожнини дисків також заповнено теплоізоляційним матеріалом.

Після додання приводом (не позначений) крутного моменту бочці ролика крутний момент через закріплені на ній внутрішні кільця 2 і 3 за рахунок ексцентриситету передається на середні кільця 4 і 5 і далі на зовнішнє кільце 6. Вся система приходить в обертання, чим забезпечується транспортування металу. У зовнішньому кільці 6 із зовнішнім діаметром  $d_6$ , геометрична вісь зовнішньої циліндричної поверхні якого збігається з геометричною віссю зовнішньої циліндричної поверхні бочки, на його торцях виконані циліндричні розточування, в яких розміщені середні кільця 4 і 5. При цьому принаймні одна з паросточок для розміщення середнього кільця 4 або 5 виконана з ексцентриситетом відносно геометричної осі зовнішньої циліндричної поверхні зовнішнього кільця 6 на величину ексцентриситету.

Досягається при цьому технічний ефект – підвищення стійкості металевих дисків, підвищення довговічності ролика пічного рольгангу і пічного рольганга в цілому, зниження тепловтрат і витрати палива

#### **1.4 Розробка заходів, щодо підвищення експлуатаційної надійності пічного рольгангу**

Однією з головних задач при конструюванні пічного рольгангу є ефективне охолодження роликів, що безпосередньо контактують з гарячим металом, та їх підшипникових опор, котрі знаходяться в зоні дії високих температур. Розглянемо деякі ефективні рішення, щодо зменшення впливу цих негативних факторів.

Враховуючі аналітичний огляд і досвід експлуатації пічного рольгангу пропонується, з метою підвищення експлуатаційної надійності використовувати ролики пічного рольганга, які містять принаймні один диск, пов'язаний своєю внутрішньою циліндричною поверхнею з зовнішньою циліндричною поверхнею охолоджуваної бочки і закріплений на ній. Диск складається з п'яти кілець зі стінками щодо рівної товщини, при цьому в зовнішньому кільці, геометрична вісь зовнішньої циліндричної поверхні якого збігається з геометричною віссю зовнішньої циліндричної поверхні бочки, на його торцях виконані циліндричні розточування, в яких розміщені два середніх кільця, причому принаймні одна з паросточок для розміщення середнього кільця виконана з ексцентриситетом відносно геометричної осі зовнішньої циліндричної поверхні зовнішнього кільця, а два внутрішніх кільця своїми внутрішніми циліндричними поверхнями пов'язані з зовнішньою циліндричною поверхнею бочки і закріплені на ній, а на зовнішній поверхні кожного внутрішнього кільця виконана циліндрична проточка, яка пов'язана з внутрішньою циліндричною поверхнею відповідного середнього кільця, причому принаймні на одному з внутрішніх кілець проточка виконана з ексцентриситетом відносно внутрішньої циліндричної поверхні внутрішнього кільця. При цьому конструкція ролика передбачає можливість теплоізоляції поверхні бочки і заповнення порожнини всередині диска теплоізоляційним матеріалом.

Ролик пічного рольгангу відрізняється від старого зразка тим, що поверхня бочки покрита теплоізоляційним матеріалом, при цьому внутрішні порожнини диска також заповнено теплоізоляційним матеріалом.

При використанні цього рішення не заперечується повне економічне та технічне рішення. Так як є недоліки, а саме, при його експлуатації теплоізоляційне засипання може висипатися через зазор між опорною втулкою і віссю, що призводить до значного збільшення втрат тепла.

Рішення може бути і з цією конструкцією, але у використанні ще с деякими замінами деяких елементів конструкції. Наприклад можна замінити муфту на універсальний шпindel, який приведе до підвищення крутного моменту і менших затрат на ремонт та простою пристрою.

В основу конструкції універсальних шпindelів покладений принцип шарніра Гука, тому шпindelі можуть передавати обертання і момент, що крутить, під кутом нахилу до 8...10.

Оскільки шпинделі передають великі моменти, що крутять, то шарніри їхні повинні бути дуже міцними. Зовнішній діаметр шарніра шпинделя з боку приводу обмежується міжосьовою відстанню шестірень шестеренної кліти (чи валів електродвигунів), а з боку робочої кліти - діаметром валків (коли верхній валок лежить на нижньому). Тому що в процесі роботи стану валки зношуються і діаметр їх зменшується при переточуваннях, то з боку робочої кліти діаметр шарніра шпинделя повинний бути трохи менше діаметра переточеного валка. Таким чином, діаметр шарніра шпинделя з боку робочої кліти завжди менше, ніж з боку приводу, тому міцність першого шарніра також буде менше міцності другого.

Завдяки шарнірній конструкції універсальні шпинделі працюють плавно; разом з тим вони дозволяють передавати великі моменти, що крутять, тому їх застосовують для приводу валків як листових і сортових станів при куті нахилу близько  $1 \dots 2$  і моменті  $50 \dots 200$  кНм, так і обтискних, товстолистових і заготовочних станів (при куті нахилу  $3 \dots 10$  і моменті  $0,5 \dots 3,0$  МНм)

Також можна збільшити розмір самих валків, що приведе до меншого нагріву и зменшення деформації та злипання заготовлень.

Після використання вище перерахованих заходів модернізації буде помітно зменшені економічні затрати на ремонт. Зменшиться час простою пристрою.

## 1.5 Розрахунок пічного рольгангу

### 1.5.1 Розрахунок універсального кульового шпинделя

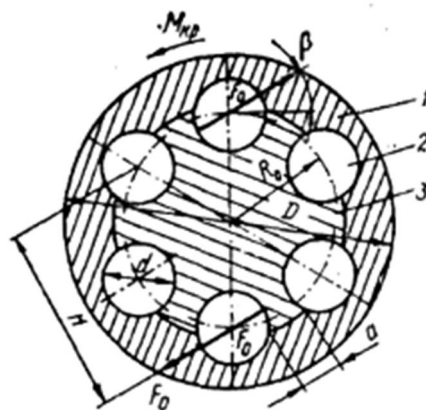


Рисунок 1.14 – Схема для розрахунку універсального кульового і роликового шарніра

Розрахунок кульових шарнірів УШШ-1 і УШШ-2. Схема дії сил в шарнірі наведена на рис.1.14 [1] Сила  $F_0$ , направлено через центр кулі і центр ваги епюри контактних тисків:

$$F_0 = \frac{M_{кр}}{(mR_0 \cos \beta)} \quad (2.1)$$

де  $M_{кр}$  – крутний момент, який передає шарнір;  $m$  – число куль;

$R_0$  – радіус кола положення центрів куль ( $R_0 = (0,55...0,82) \frac{D}{2}$ ;  $D$  – зовнішній діаметр шарніра);  $\beta$  – кут між напрямком сили  $F_0$  і дотичній до окружності радіусом  $R_0$ , яка проходить через центр кулі ( $\beta \approx \frac{\pi}{6}$ ;  $R_0 = (0,55...0,82) \frac{D}{2}$ ).

$$F_0 = \frac{30000}{(6 \cdot 82 \cdot 0,52)} = 117,26 \text{ Н}$$

Із збільшенням кута перекоосу осей обойм та втулки шарніра кількість куль, які передають крутний момент, зменшується і в граничному положенні дорівнює двом ( $m = 2$ ).

Проаналізувавши схеми сил, діючих на елементи шарніра, кут  $\beta$  приймають  $\beta = \frac{\pi}{6}$ .

Згідно з експериментальними даними визначають допустиму силу, що діє на кулю (рис.1.14)[1]

$$|F_0| = \frac{F_p}{n} = \frac{cd^2}{n} \quad (2.2)$$

де  $F_p$  – сила, що руйнує кулю;  $c$  - дослідні коефіцієнти ( $c = 4800...5400$ );  $d$  – діаметр кулі( визначають за формулою (2.2)) ;  $n$  – коефіцієнт запасу міцності ( $n=4...10$ ).

$$|F_0| = \frac{5400 \cdot 1600}{10} = 864 \text{ Н}$$

В шарнірі УШШ-2 при перекосі його осі понад  $8^\circ$  в зачепленні буде змішане тертя – кочення і ковзання. При подальшому збільшенні нахилу шпинделя кількість куль ,які знаходяться в зачепленні, зменшується до осьових меж двох.

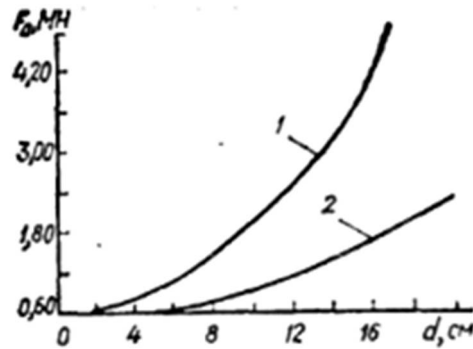


Рисунок 1.15 – Графіки для визначення сили  $F_0$

При проектуванні шарнірів рекомендується приймати такі розміри. Максимальний діаметр шарніра, мм :

$$D_{max} = D_{min} - (30 \dots 50),$$

( $D_{min}$  - відстань між осями валків робочої і шестеренної клітей)

$$D_{max} = 80 - 50 = 30 \text{ мм}$$

Ширину шліца обойми визначають за умови, коли ширина западини і виступів у місці роз'єму головки і обойми однакові

$$a = \frac{(2\pi R_0 - md)}{m}$$

$$a = \frac{(2 \cdot 3,14 \cdot 82 - 6 \cdot 20)}{6} = 66 \text{ мм.}$$

Мінімальна ширина шліца може бути менше діаметра кулі і визначається за емпіричною формулою:

$$a_{min} = (0,6 \dots 0,8)d$$

$$a_{min} = 0,8 \cdot 40 = 32 \text{ мм}$$

Кількість куль

$$m = \frac{2\pi R_0}{(1,6 \dots 1,8)d} \quad (2.3)$$

$$m = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 82}{1,8 \cdot 40} \approx 8$$

Центральний діаметр втулки і обойми:

$$D_{ц} = \sqrt{D_0^2 + d^2}$$

$$D_{ц} = \sqrt{200^2 + 40^2} = 204 \text{ мм}$$

Універсальний кульовий шарнір УШШ-2 розраховують аналогічно розрахункам шарніра УШШ-1 [1].

Діаметр по западинах пазів головки шпинделя:

$$D_{a.г} = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,2 \cdot |\tau|}} < d_{в} \quad (2.4)$$

де  $|\tau|$  - допустима напруга на кручення;  $d_{в}$  - діаметр валу.

$$D_{a.г} = \sqrt[3]{\frac{30000}{0,2 \cdot 120}} = 11 < 105$$

Діаметр центрів роликів в нормальній площини до осі шарніра:

$$D_1 = D_{a.г} + d_p$$

$$D_1 = 11 + 40 = 51 \text{ мм}$$

Плече пари сил:

$$H = \sqrt{D_{a.г}^2 + 2D_{a.п} \cdot d_p}$$

$$H = \sqrt{121 + 2 \cdot 16 \cdot 40} = 37,42$$

Допустимий крутний момент, який передається двома роликами:

$$|M| = |F_0|H \quad (2.5)$$

$$|M| = 864 \cdot 37,42 = 32330,88 \text{ Н}$$

Максимальний крутний момент з урахуванням перевантажень не повинен перевищувати допустимий момент  $M_{кр} \leq |M|$ .

Центральний діаметр шарніра:

$$D_{ц} = \sqrt{D_0^2 + d_p^2}$$

$$D_{ц} = \sqrt{40000 + 1600} = 204 \text{ мм}$$

Розміри голівки зуба з умов міцності на вигин:

$$M_{зг} = |\sigma_{зг}| \cdot \frac{bh^2}{6} \quad (2.6)$$

де  $b=l_p+2c$  - ширина зуба;  $h$  – товщина перерізу.

Згинальний момент зуба:

$$M_{зг} = F_0 x$$

$$M_{зг} = 117,26 \cdot 37,42 = 2193,93 \text{ Н}$$

де  $x$  – плече сили.

Враховуючи ці залежності, визначимо товщину зуба:

$$h_{max} = \sqrt{\frac{6 \cdot F_0 x}{(2,7r \cdot |\sigma_{зг}|)}} \quad (2.7)$$

де:  $x = \sqrt{R_0^2 - r^2} - (R_0 - r)$

$$x = \sqrt{13749,9} - 10000 - (117,26 - 100) = 61,1$$

$$h_{max} = \sqrt{\frac{6 \cdot 117,26 \cdot 61,1}{(2,7 \cdot 100 \cdot 130)}} = 1,1 \text{ мм}$$

Згідно зі схемою (рис. 1.16) [1], знаходимо крок зубчастої втулки:

$$p = 2 \cdot r + h_{min}$$

де  $h_{min}$  – мінімальна відстань між суміжними роликами.

$$h_{min} = h_{max} - 2 \cdot k$$

Якщо коефіцієнт  $k = 1,41f$ ,

$$f = \frac{c - r}{4} = \frac{1,41 \cdot r - r}{4} = 0,1025 \cdot r$$

тоді  $p = 1,71 \cdot r + h_{max}$

$$p = 1,71 \cdot 100 + 1,1 = 172,1 \text{ мм}$$



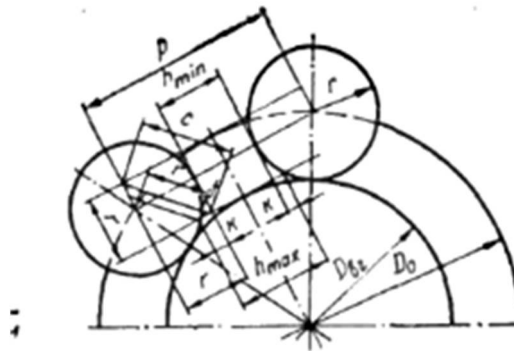


Рисунок 1.16 – Схема для визначення кроку в шпинделі залежно від зубчастої втулки (обойми) твердості обойми (головки) роликового шарніра 1 – НВ – 500; 2 – НВ – 400

Число роликів в шарнірі:

$$m = \frac{\pi D_0}{p}$$

$$m = \frac{3,14 \cdot 200}{172,1} \approx 4.$$

Діаметр по западинах пазів обойми

$$D_{з.о} = D_0 + d = 200 + 20 = 220 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр обойми з умов міцності на кручення кільцевого перерізу (для обліку виступів)

$$D = \sqrt{\frac{M_{кр} \cdot D_{з.о}}{(0,2 \cdot |\tau| + D_{з.о}^4)}} \quad (2.8)$$

де  $|\tau|$  - допустима напруга на кручення ( для запобігання розриву обойми при перевантаженні, беруть невелике значення  $|\tau| = 30 \text{ МПа}$ ).

$$D = \sqrt{\frac{30000 \cdot 220}{(0,2 \cdot 30 + 220^4)}} = 69 \text{ мм}$$

Зазор між роликками і пазом:

$$\delta = (R - r) \cdot (1 - \cos \alpha_1)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу шпинделя,

$$\alpha_1 = \frac{66}{2} = 33$$

$$\delta = (120 - 100) \cdot (1 - 0,83) = 4$$

Допустимий кут перекоосу осей шарніра дорівнює  $2\alpha_1$ .

Основні конструктивні розміри муфти з шарніром УШШ вибирають залежно від діаметра бочки ролика  $d$ .

Діаметр кола центрів роликів  $D_0 = 10 \cdot d$  ;

Діаметр окружності по западинах пазів головки:

$$D_{ар} = D_0 - d$$

$$D_{ар} = 200 - 20 = 180 \text{ мм}$$

Діаметр окружності по западинах пазів обойми

$$D_{а.о} = D_0 + d$$

$$D_{а.о} = 200 + 20 = 220 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр обойми  $D$  визначають за формулою (2.8):

товщина фланця кришки  $h=0,5d$ ; товщина кришки  $h_k = 0,7 \cdot d$ ;

довжина ролика  $l_p = (2,5) \cdot d$ ; довжина осі ролика  $l_o = 0,25 \cdot d$ ;

загальна довжина ролика  $l_{p.a} = (1,63 \dots 3) \cdot d$ .

Допустимі контактні напруги для точкового контакту, МПа:

$$|\sigma_H| = (\varphi_1 \dots \varphi_2) \cdot |\sigma_{max}| = (0,8) \cdot 5000 = 4000$$

де  $|\sigma_H|$  – допустимі контактні напруги для заглиблень в головці;

$\varphi_1, \varphi_2$  – поправочні коефіцієнти згідно з твердістю лунки (НВ=530);

$|\sigma_{max}|$  – допустимі контактні напруги в підшипниках кочення для кулі.

Для лінійного контакту (куля - напівциліндричний паз обойми або ролик - напівциліндричний паз) допустимі контактні напруги визначають аналогічно.

Якщо виготовити шарніри шпинделів з рекомендованих марок сталей не вдається, то беруть цементуючих сталі марок 12ХНЗА, 20ХНЗА, 18ХГТ. Тоді допустимі контактні напруги такі, МПа: для точкового контакту  $|\sigma_H| = 4500$ ; для лінійного контакту  $|\sigma_H| = 4000$ .

### 1.5.2 Розрахунок потужності двигуна роликів рольганга

Момент і потужність приводу роликів рольганга визначають з урахуванням трьох факторів [10]:

1) втрат на тертя в підшипниках при пересуванні металу по рольгангу:

$$M_{\text{тр.р}} = (Q_{\text{м}} + G_{\text{р}}) \cdot \mu_{\text{п.р}} \cdot \frac{d_{\text{п.р}}}{2} \quad (2.9)$$

де  $Q_{\text{м}}$  – вага транспортується металу (при індивідуальному приводі кожного ролика від окремого електродвигуна.  $Q_{\text{м}}$  – вага металу, що припадає на один ролик);  $G_{\text{р}}$  – вага ролика;  $d_{\text{п.р}}$  – діаметр кола тертя в підшипникових опорах ролика ;  $\mu_{\text{п.р}}$  – коефіцієнт тертя в підшипниках; для роликів підшипників  $\mu_{\text{п.р}} = 0,005-0,008$ ;

$$M_{\text{тр.р}} = (5000 + 5300) \cdot 0,008 \cdot \frac{0,190}{2} = 7,83 \text{ Н};$$

2) можливого буксування роликів по металу при випадковому упорі металу в перешкоду, наприклад, напрямні лінійки, встановлені по довжині рольганга:

$$M_{\text{бук.р}} = Q_{\text{м}} \cdot \mu_{\text{б.р}} \cdot \frac{d_{\text{р}}}{2} \quad (2.10)$$

де  $\mu_{\text{б.р}}$  – коефіцієнт тертя ролика при буксуванні (0,3 по гарячому металу і 0,15-0,2 холодного),  $d_{\text{р}}$ - діаметр бочки ролика.

$$M_{\text{бук.р}} = 5000 \cdot 0,3 \cdot \frac{0,2}{2} = 150 \text{ Н}$$

Ці моменти становлять статичну ( незмінну ,постійну при  $v=\text{const}$ ) навантаження привода:

$$M_{\text{ст.р}} = M_{\text{тр.р}} + M_{\text{бук.р}} \quad (2.11)$$

$$M_{\text{ст.р}} = 7,83 + 150 = 157,83 \text{ Н}$$

3) можливості транспортування металу з прискоренням, для чого до роликів необхідно докласти динамічний момент, кН·м;

$$M_{\text{дин}} = J \cdot g_{\omega} = J \cdot \frac{d\omega}{d\tau}, \quad (2.12)$$

де  $J$  – момент інерції мас, що обертаються з прискоренням, кг· м<sup>2</sup>;

$g_{\omega}$  – кутове прискорення оберткової маси,  $c^{-2}$ .

При прискоренні обертання роликів рольганга що знаходиться на них метал рухається поступально з прискоренням. Для приведення моменту інерції поступально рухається металу до осі обертання ролика будемо вважати, що маса металу прикладена до точки (твірної) на окружності ролика. Тоді динамічний момент (Н·м) для розгону (руху з прискоренням) самих роликів і розташованого на них металу дорівнює, відповідно формулами (2.12) и (2.13)[9] :

$$M_{\text{дин}} = (J_p + J_m) \cdot g_{\omega} = \frac{1}{4} \cdot [(m_p \cdot d_p^2) + m_m \cdot d_p^2] \cdot g_{\omega} \quad (2.14)$$

де  $m_p$  и  $m_m$  – маса ролика і металу.

$$g_{\omega} = \frac{a_p}{r} = \frac{1,69}{0,100} = 16,9 \text{ c}^{-2}$$

де  $a_p$  – лінійне прискорення,  $m/c^2$ ;

$$M_{\text{дин}} = \frac{1}{4} \left( \frac{5300}{9,81} 0,2^2 + \frac{5000}{9,81} 0,2^2 \right) \cdot 16,9 = 177,44 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для того щоб змусити метал рухатися по роликів рольганга з прискоренням, ролики повинні подолати силу інерції металу.

Але при русі металу з роликами (без проковзування) сила інерції не може бути більше сили тертя між роликом і металом, що дорівнює  $F_{\text{тр}} = \mu_p \cdot Q = \mu_p \cdot m_m \cdot g$ , т.е.  $J_m \leq F_{\text{тр}}$ , или  $j \leq \mu_p g = 9,8 \cdot \mu_p$ . Звідси випливає, що максимальне прискорення металу на роликах рольганга не може бути більше добутку коефіцієнта тертя ролика по металу  $\mu_p$  на прискорення сили тяжіння  $g$ .

При  $\mu_p = \mu_{\text{б.р}}$  отримаємо для холодного металу  $j = 0,15 \cdot 9,8 \approx 1,5 \text{ м/с}^2$  ; для гарячого металу  $j = 0,3 \cdot 9,8 \approx 3,0 \text{ м/с}^2$

Таким чином, сумарний момент (кН·м) приводу  $n_p$  роликів рольганга буде дорівнює, відповідно формулами (2.9), (2.10) и (2.14)[10]:

$$M_{\text{рол}} = M_{\text{ст}} + M_{\text{дин}}. \quad (2.15)$$

$$M_{\text{рол}} = 157,83 + 177,44 = 335,27 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Потужність, яка потрібна для обертання роликів:

$$N_{\text{рол}} = M_{\text{рол}} \cdot \omega_p = 335,27 \cdot 16,9 = 5670 \text{ Вт} = 5,67 \text{ кВт}, \quad (2.16)$$

де  $\omega_p$  – кутова швидкість ролика:  $\omega_p = \frac{2 \cdot V}{D} = \frac{2 \cdot 1,69}{0,2} = 16,9 \text{ с}^{-1}$ ;

$\eta$  – к.п.д. передачі від двигуна до роликів (редуктора, шпindelного з'єднання, муфти):  $\eta = 0,9 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,882$ .

Потужність електродвигуна для приводу роликів:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{рол}}}{\eta}$$

де  $\eta$  – к.п.д. передачі від двигуна до роликів.

$$N_{\text{дв}} = \frac{5,67}{0,882} = 5,99 \text{ кВт}$$

Остаточний вибір потужності двигуна необхідно проводити з урахуванням характеру роботи рольгангу (тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний), тобто з урахуванням не тільки допустимою короткочасної перевантаження двигуна по моменту, але також і з урахуванням допустимого його нагріву по середньоквадратичне струму (моменту).

Приймаємо електродвигун ДП-22, потужністю 6 кВт та частотою обертання ротора 1090 об/хв при ПВ=25%.

### 1.5.3 Вибір з'єднувальних муфт

Зубчасті муфти, звані також муфтами Пулу, отримали виключи-вування поширення: вони відносно компактні, не вимагають витрат бронзи і при простоті виготовлення мають високу точність і низькі втрати на тертя, мають компенсуючими і в деякій мірі пружними властивостями. Основні параметри муфт регламентовані ГОСТ 5006-55 «Муфти зубчасті загального призначення», в якому вказані також допустимі крутні моменти валів. На рис. 1.16 [11,12] показана муфта типу МЗ для безпосереднього з'єднання валів.

Зуби втулок входять у западини між зубцями обойм. Профіль зубів евольвенти. Обойми між собою скріплюють чистими болтами. Муфти обов'язково заливають олією високої в'язкості - зазвичай ніграл). Період зміни масла не більше 6 місяців. Муфти герметизують манжетними ущільненнями. На торцях втулок виконуються різьбові отвори для болтів, що полегшують з'їм втулок з валу. Найбільш часто застосовують легкопресову посадку втулок на вал і призматичні шпонки, але поряд з цим іноді застосовують і шліцьове з'єднання, а при

важких умовах роботи для великих муфт головної лінії прокатного стана застосовують також гарячу посадку без шпонок.

Перекіс осей валів відповідно до ГОСТ обмежується умовою, щоб перекіс осі кожної втулки відносно при обойми не перевищував значення  $\omega \leq 0^\circ 30'$  (рис. 1.18) [11,12].

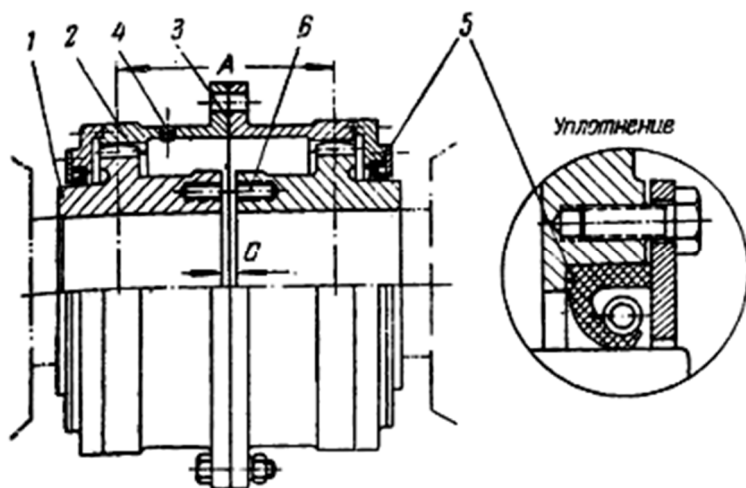


Рисунок 1.17 – Зубчаста муфта типу М3; 1 – втулки ; 2 – обойми; 3 – прокладка з паперу; 4 – пробка до отвору для заливання масла; 5 – ущільнення; 6 – отвір для знімання втулки

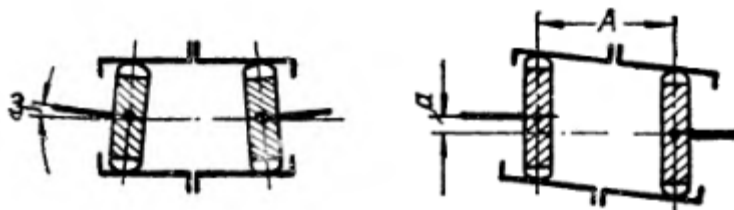


Рисунок 1.18 – Схема компенсації перекосів і зміщення осей валів зубчастою муфтою

Відповідно до цього обмежуються і граничні зміщення паралельних осей з'єднаних муфтами валів. Однак треба зауважити, що перекіс і зміщення валів слід взагалі зводити до мінімуму, особливо при великих числах обертів.

Обойми муфт (рис. 1.19) [11,12] центрують по вершинах зубів втулок з дуже малим радіальним зазором.

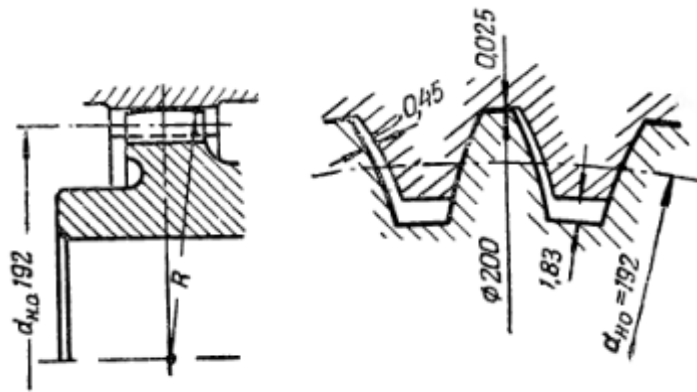


Рисунок 1.19 – Форма зубів і розподіл зазорів у зубчастій муфти ( $m=4$ ;  $z=48$ )

Тому, щоб уникнути защемлення зубів вершини їх на втулках обробляють по сфері з центру на осі втулки. Навпаки, тангенціальні зазори між зубами роблять порівняно великими, щоб не перешкоджати перекошу муфти. Радіальний зазор у западин зубів втулки береться ще більше (з умов нарізки), причому збільшення його на роботу муфти не впливає. ГОСТ передбачаються муфти двох ступенів точності виконання зубів в залежності від швидкості по початковій окружності зубчастого сполучення: нормальної точності при швидкості менше 15 м/сек і підвищеної точності при швидкості понад 15м/сек/

Більш досконала форма зуба втулки – з бочкоподібним перерізом показана на рис.1.20 [11,12].

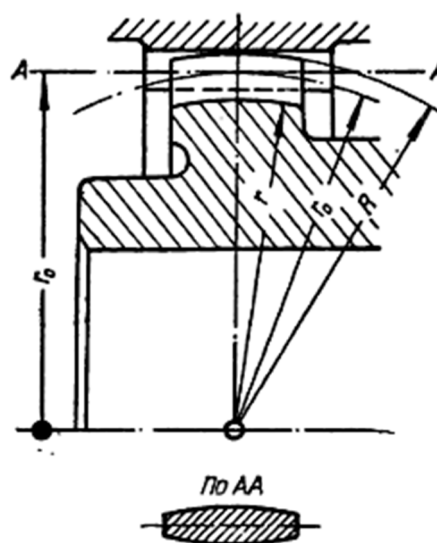


Рисунок 1.20 – Удосконалена форма зубів зубчастій муфти з еліптичним перетином на підставі

З внутрішньої сторони торці втулок і циліндричний пасок шліфують, щоб за ним з допомогою контрольної лінійки 1 і щупа 2 перевіряти зносність валів рис. 1.20 [11,12].

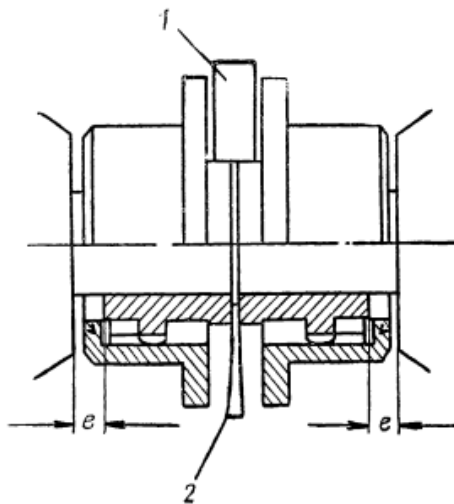


Рисунок 1.21 – Схема перевірки співвісності валів: 1 – контрольна лінійка; 2 – щуп

Причому мінімальна відстань  $e$  (до машини) для можливості зсуву при цьому обойм обумовлено ГОСТ. Матеріал втулок і обойм муфт рекомендують брати вартістю не нижче сталей марок 40(ковані) або 45Л (литі), а твердість зубів не нижче: втулок 40 Rc, у обойм 35 R.

Муфти типу МЗ для безпосереднього з'єднання валів ГОСТ передбачаються з трьома можливими виконаннями втулок – Н, Т і К. У нормальному виконанні Н втулка кріпиться на циліндричному кінці вала за рахунок посадки; у виконанні Т - торцевій шайбою; у виконанні К – на конусному кінці вала (зазвичай для електродвигунів).

Крім цих муфт, ГОСТ передбачені муфти типу МЗП з проміжним валом, дозволяє збільшити базу А муфти (рис. 1.22) [11,12].

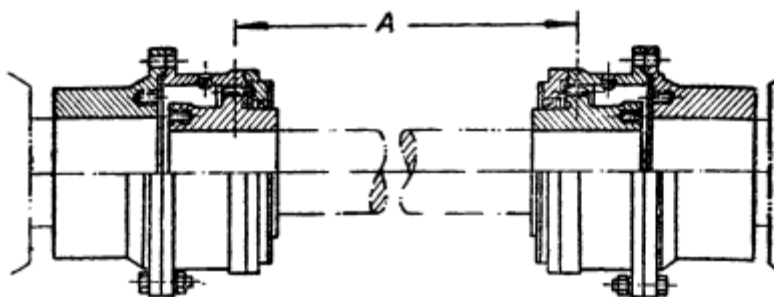


Рисунок 1.22 – Зубчаста муфта з проміжним валом типу МЗП



Проміжний вал при невеликій довжині часто робиться порожнистим. Последнее час з'явилися муфти, у яких проміжний вал центрується за сполучаються валами спеціальними сферичними пальцями(аналогічно сферическому підшипнику 2 в муфті). У цьому разі зачеплення знаходиться в кращих умовах роботи.

З числа інших муфт - компенсуючих і пружних - для інформування коротко розглянемо лише деякі, більш досконалі.

Значення моментів для розрахунків муфт

Момент, з якого муфта (виключаючи запобіжну ) розраховується або вибирається по каталогу, визначається або по максимальному розрахунковому моменту обертання валків, або наближено з моменту двигуна з урахуванням допустимого коефіцієнта перевантаження. В останньому випадку розрахунковий момент для муфти приймають:

- 1) стан без маховика, нереверсивний

$$M_{\text{расч}} = 2 \cdot 0,02957 = 0,05914 \quad (2.17)$$

- 2) те ж, реверсивний

$$M_{\text{расч}} = 3 \cdot 0,02957 = 0,08871 \quad (2.18)$$

- 3) стан, з маховиком, муфта між маховиком і двигуном

$$M_{\text{расч}} = 1,5 \cdot 0,02957 = 0,044355 \quad (2.19)$$

- 4) те ж, муфта між маховиком і таборували

$$M_{\text{расч}} = 6 \cdot 0,02957 = 0,17742 \quad (2.20)$$

де  $M_H$  – номінальний момент двигуна, наведений у муфті.

## **2 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ**

### **2.1 Технологічна послідовність розбирання внутрішньо пічного рольгангу прохідної підігрівальної печі.**

Будь-яке обладнання складається з окремих елементів, які називаються в техніці блоками, вузлами і деталями. Первинним елементом є деталь, характерна ознака якої відсутність будь-яких з'єднань. Роз'ємне або нероз'ємне з'єднання двох або більше деталей, яке може бути розібрано або зібрано незалежно від інших елементів обладнання, називається вузлом. Великі вузли прийнято називати в монтажній техніці блоками.

Для розробки технології розбирання та складання устаткування його умовно ділять на групи і підгрупи. Кожна група, безпосередньо входить в обладнання, може складатися з двох і більше підгруп. Розрізняють підгрупи вищої та нижчої порядків (другого, третього і т. д.). Підгрупи вищого порядку складають з підгруп нижчого порядку, а останні, в свою чергу, з вузлів. Умовний розподіл обладнання на блоки, групи, підгрупи і вузли, та ступінь його диференціації, залежить від складності конструкції і обсягу ремонтних робіт.[13]

Використання принципу укрупненого розчленування при розбиранні і збірці обладнання дозволяє значно розширити фронт робіт, зменшити їх трудомісткість, скоротити час, що витрачається на ремонтні роботи, а також знизити загальні витрати праці.

У більшості випадків розбирання та збирання здійснюються в зворотній послідовності. Якщо при розбиранні обладнання розчленовується спочатку на групи, потім на підгрупи вищого-порядку і нижчого порядку, вузли і, нарешті, деталі, то збірка починається з компоновки деталей вузлів і завершується установкою в обладнання (в базовий його елемент) готової групи.

Розбирання рольганга, слід здійснювати укрупненими вузлами у наступній послідовності [13]:

- роз'єднати зубчасті муфти, що з'єднують електродвигуни з роликами;
- демонтувати двигуни і зубчасті муфти;
- відкрутити болти, що кріплять кришки до корпусів підшипникових опор роликів;
- зняти кришки до корпусів підшипникових опор;

- демонтувати ролики в складеному стані;
- демонтувати плити під моторні;
- демонтувати раму.

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

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

## 2.2 Розрахунок стропів для транспортування рами рольганга

### 2.2.1 Конструкція та призначення стропів

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт, особливо при підйомі вантажів, вельми важливою і відповідальною операцією є стропування. Особливо ретельно слід закріплювати великі вузли устаткування великої маси. Всі кути обладнання, за якими відбувається дотик стропів, повинні бути заокруглені спеціальними запобіжними підкладками (рис. 2.1) [14].

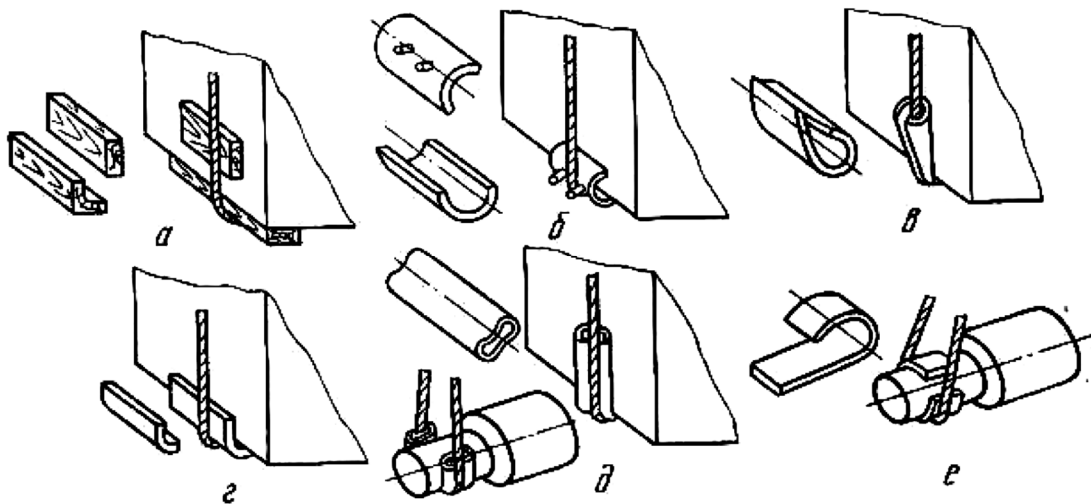


Рисунок 2.1 – Установка запобіжних підкладок під стропа при ув'язці вузлів устаткування: дерев'яних (а); з розрізаної труби з приварними бобишками (б); вигнутих з труб (в, д); вигнутих з листового металу (г, е).

Стропування можна розділити на два види:

- 1) шляхом обв'язки вантажів канатами, стропами або ланцюгами;
- 2) шляхом ув'язки стропувальних канатів на припливах, цапфах, лапах, рем-болтах і інших деталях, спеціально передбачених на обладнанні для його підйому і транспортування.

На рисунку 2.2[14] показані рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках. При стропуванні важливо правильно визначити центр ваги вантажу.

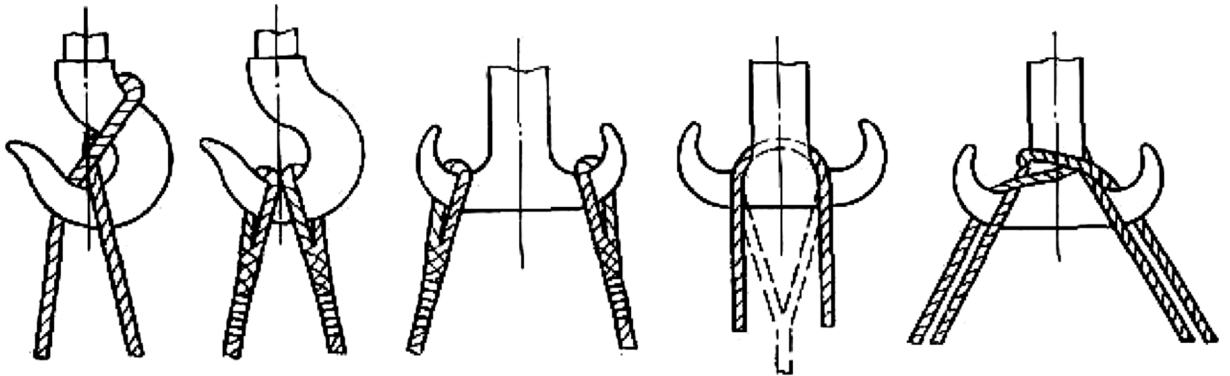


Рисунок 2.2 – Рекомендовані способи закріплення канатів на вантажних підвісках

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

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

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

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

Стропами (рисунок 2.3) [14] називають відрізки канатів або ланцюгів, з'єднані в кільця або обладнані спеціальними підвісними пристроями, що забезпечують швидке, зручне та безпечне закріплення вантажу.

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

Для з'єднання кінців канатів або утворення петлі застосовують затискачі або стискачі різної конструкції (рисунок 2.4) [14], а також застосовують спосіб завивки.

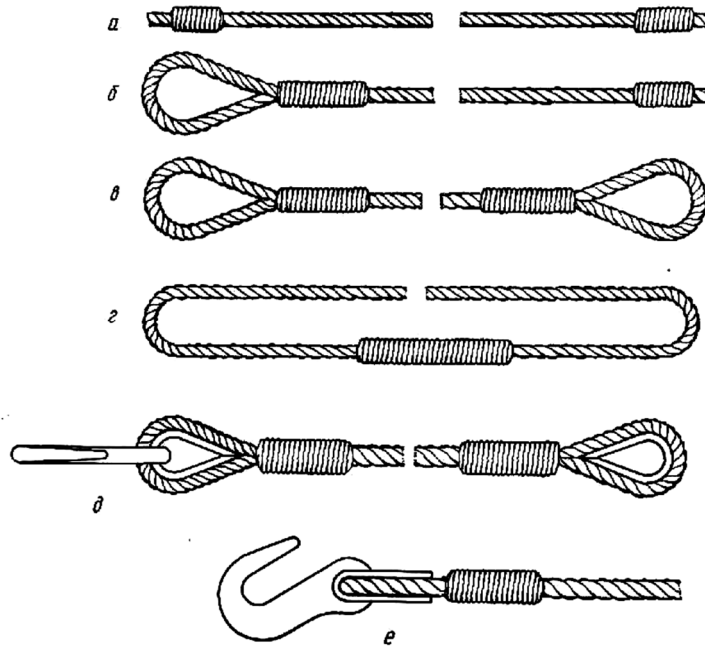


Рисунок 2.3 – Стропи: простий (а), з одною петлею (б), з двома петлями (в), універсальний (г), полегшений з петлею (д), полегшений з гаком (е)

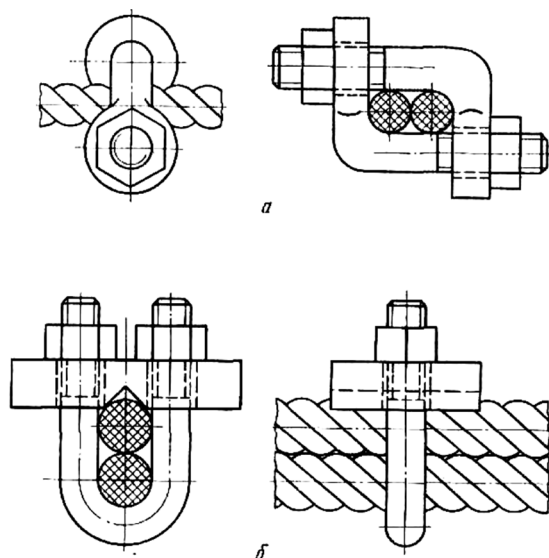


Рисунок 2.4 – Затискачі для кріплення сталевих канатів: кований (а) і дуговий (б)

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

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

Основні вимоги Держнаглядохоронпраці, що пред'являються до стропів:

1. Для виготовлення стропів застосовуються шістьипасмові канати з органічним сердечником хрестового звивання з точковим або точковолінійним дотиком.

2. Кут нахилу стропа до горизонту повинен бути більше  $30^\circ$  (рекомендується  $30^\circ \dots 75^\circ$ ).

3. Кількість затискачів чи стискачів має бути не менше трьох.

4. Відстань між затискачами не більше 6 діаметрів каната.

### 2.2.2 Розрахунок строп

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

$$L = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2 \cos \alpha} = \frac{\sqrt{11200^2 + 3920^2}}{2 \cos 45^\circ} = 8390 \text{ (мм)} \quad (3.1)$$

де  $a = 11200$  (мм) – довжина рами;

$b = 3920$  (мм) – ширина рами.

Натяг в кожній гілці каната:

$$S = \frac{G_{\sigma}}{m \cdot \sin \alpha_1} k_n = \frac{13,72}{4 \cdot \sin 45^\circ} 1,3 = 6,305 \text{ кН} \quad (3.2)$$

де  $m = 4$  - кількість строп;

$G_{\sigma}$  – вага базової деталі:

$$G_{\sigma} = (0,15 \dots 0,2) \cdot M \cdot g = 0,2 \cdot 6,995 \cdot 9,81 = 13,72 \text{ кН}, \quad (3.3)$$

де  $M = 6,995$  т - маса машини;

$g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> – прискорення вільного падіння.

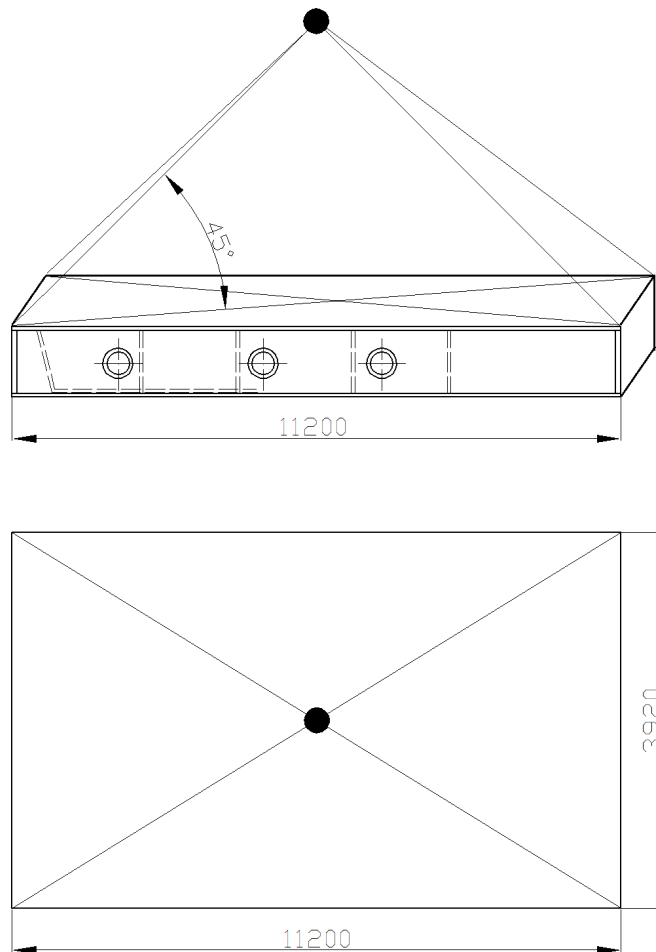


Рисунок 2.5 - Схема закріплення стропів

Канат для строп обирається виходячи з припустимого розривного зусилля в канаті [6]:

$$P_{\max} = S \cdot k = 6,305 \cdot 8 = 50,44 \text{ кН}, \quad (3.4)$$

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

Приймаємо канат ТЛК-0 6x37 (1+6+15+15)+1о.с ГОСТ 3079-80 (діаметр канату  $d_k = 9,6$  мм; маркувальна група  $\sigma_b = 1670$  МПа, розривне зусилля канату  $P = 51,85$  кН).

## 2.3 Розробка геодезичного обґрунтування монтажу рольганга

### 2.3.1 Вибір способу кріплення машини

Для кріплення машин до фундаментів застосовують фундаментні (анкерні) болти, дюбелі і патрони [14].

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

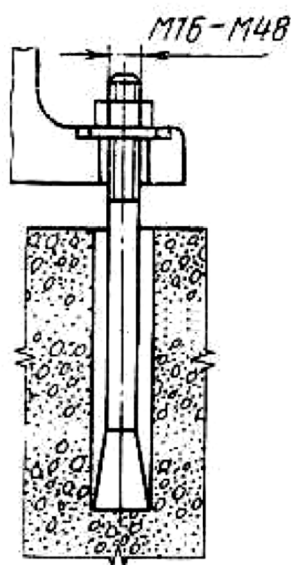


Рисунок 2.6 – Глухий конічний фундаментний болт, що встановлюється в готові фундаменти з зачеканенням цементним розчином

Фундаментні болти при експлуатації відчувають 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 2.7.

### **2.3.2 Розрахунок фундаментних болтів**

Визначити 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



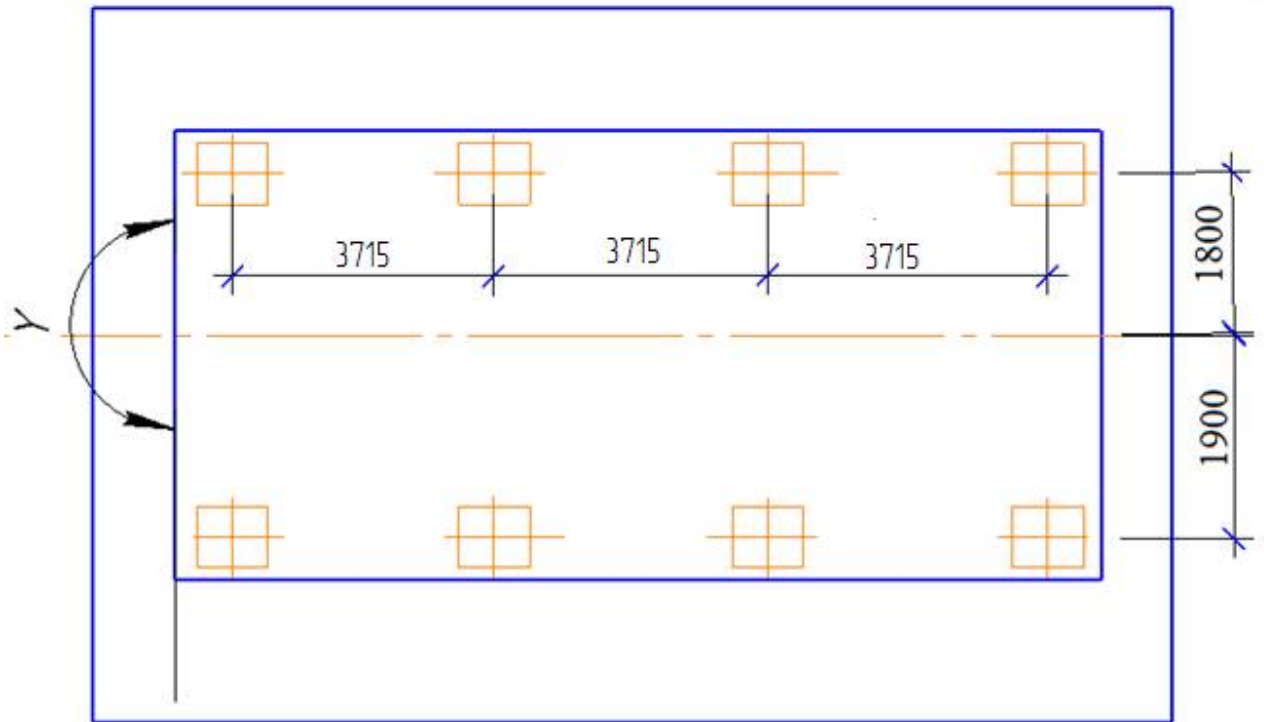


Рисунок 2.7 – Схема кріплення рольганга до фундаменту

Вага машини:

$$G_m = 3,5 \text{ кН.}$$

Розрахункове вертикальне відривне навантаження:

$$P_0 = 25 \text{ кН.}$$

Горизонтальне зсувне навантаження:

$$Q = 12 \text{ кН.}$$

Кількість фундаментних болтів:

$$n = 8.$$

Відстань від осі повороту машини до найбільш віддаленого болта в розтягнутій зоні стику:

$$Y_0 = 1,8 \text{ м.}$$

Відстань від осі повороту машини до інших болтів у тій же зоні:

$$Y_1 = 1,8 \text{ м;}$$

$$Y_2 = 1,2 \text{ м};$$

$$Y_3 = 1,2 \text{ м}.$$

Матеріал болтів – 09Г2С

Спосіб встановлення машини – на підкладках

Кількість циклів:

$$N_c = 0,75 \cdot 10^6.$$

Навантаження – комбіноване.

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

Виходячи з загальних рекомендацій та вихідних даних до розрахунку приймаємо наступні значення:

Коефіцієнт загального навантаження, має становити 0,5...0,6:

$$k = 0,5.$$

Коефіцієнт стабільності затягування; для глухих і змінних болтів 1,3...1,5 при тільки статичних навантаженнях і 1,8...2,0 при комбінованих і динамічних навантаженнях:

$$K_{st} = 1,8.$$

Коефіцієнт тертя, якщо машину установлюють на пакетах металевих підкладок – 0,2, якщо без підкладок – 0,3:

$$f = 0,2.$$

Розрахункове допустиме напруження на розтягування металу болтів, яке приймають таким: для болтів з вуглецевих та низьколегованих сталей 140 МПа; зі сталі 09Г2С – 170 МПа:

$$\sigma_p = 170 \text{ МПа}.$$

Розрахункове вертикальне навантаження:

$$P_v = \frac{P_o - G_m}{n} + \frac{M \cdot Y_0}{\frac{n}{2 \sum_{i=1}^n (Y_i)^2} - 1}$$

$$P_v = 3,129 \text{ кН.}$$

Зусилля попереднього затягування болтів під впливом вертикального навантаження:

$$Q_{ov} = K_{st} \cdot (1 - k) \cdot P_v$$

$$Q_{ov} = 2,816 \text{ кН.}$$

Зусилля попереднього стягування болтів під впливом вертикального навантаження й горизонтального:

$$Q_{og} = K_{st} \cdot \frac{Q - f \cdot G_m}{n \cdot f}$$

$$Q_{og} = 12,713 \text{ кН.}$$

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

$$Q_{sum} = Q_{ov} + Q_{og}$$

$$Q_{sum} = 15,528 \text{ кН.}$$

Необхідна площа перерізу болта по різьбі:

$$F_b = \frac{Q_{sum} + k \cdot P_v}{\sigma_p}$$

$$F_b = 1,005 \text{ см}^2.$$

Вибираємо фундаментний болт  $M_b \times h$  із найближчим більшим перерізом:

$$F_t = 7,59 \text{ см}^2; \quad M_b = 36 \text{ мм}; \quad h = 4 \text{ мм.}$$

Перевіримо вибраний стандартний фундаментний болт на витривалість.

Виходячи з загальних рекомендацій та вихідних даних до розрахунку приймаємо наступні значення:

Коефіцієнт, який ураховує кількість циклів навантаження:

$$a = 1,0.$$

Коефіцієнт, який ураховує масштабний фактор, у залежності від діаметра вибраного стандартного фундаментного болта:

$$\mu = 1,4$$

Модуль пружності матеріалу болта:

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження на розрив під впливом динамічних навантажень:

$$\sigma_{pg} = 0,278 \cdot \frac{a}{\mu} \cdot \sigma_p$$

$$\sigma_{pg} = 33,757 \text{ МПа.}$$

Площа перерізу болта за умови витривалості:

$$FB = \frac{k \cdot P_v}{2 \cdot \sigma_{pg}}$$

$$FB = 0,232 \text{ см}^2.$$

Отже, оскільки, вибраний стандартний фундаментний болт має більшу площу перерізу, то відповідно він відповідає вимогам необхідної витривалості.

Глибина закладання фундаментних болтів у бетон фундаменту залежить від його типу: для глухих болтів 25d, для знімних болтів 15d:

$$H_b = 25 M_b$$

$$H_b = 900 \text{ мм}$$

Кут повороту гайки для забезпечення необхідного зусилля попереднього затягування болтів:

$$\varphi = 360^\circ \cdot \frac{14 \cdot Q_{sum} \cdot M_b}{E \cdot F_t \cdot h}$$

$$\varphi = 4,419^\circ$$

## 2.4 Розробка схеми геодезичного обґрунтування монтажу

Для забезпечення необхідної точності установки і монтажу устаткування пічного рольгангу на його фундаменти за допомогою спеціальних геодезичних знаків наносять поздовжні і поперечні осі, а також висотні позначки, які служать орієнтирами при установці. Застосовують два види геодезичних знаків: репери для вивіряння устаткування по висоті і плашки для фіксації поздовжніх і поперечних осей [14].

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

Репер фіксує абсолютну висоту заданої точки над рівнем моря. На практиці для встановлення обладнання користуються умовними позначками а нульову позначку зазвичай приймають рівень поверхні чистого підлоги першого поверху будівлі. Точки, розташовані вище цього рівня, мають позитивні умовні позначки, розташовані нижче негативні. Репери поділяють на контрольні і робочі. Контрольні реperi розташовують за межами будівлі і захищають від можливих пошкоджень, особливо в період будівельних робіт. Вони призначені для перевірки робочих реперів. Відмітки контрольних реперів перевіряють за відмітками найближчого пункту державної висотної геодезичної опори. Робочі реperi виконують у вигляді заклепки діаметром 25...60 мм, привареною до полиці двотавру арматури фундаменту, на якому встановлюють машину.

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

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

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

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

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

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

Схема геодезичного обґрунтування монтажу показана на рисунку 2.8.

## 2.5 Порядок збирання, монтажу та вивіряння машини

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

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

Розмітити на фундаменті і зачистити майданчики розміром 300×300 мм під опорні планки віджимних регулювальних гвинтів, розташованих на основі установки.

Монтаж обладнання установки рекомендується вести в такій послідовності[4]:

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

- зсув подовжньої осі в поперечному напрямі не більш 0,5 мм. Контролювати перевіркою лінійкою, прикладеною до настановних штирів на верхніх майданчиках основи;

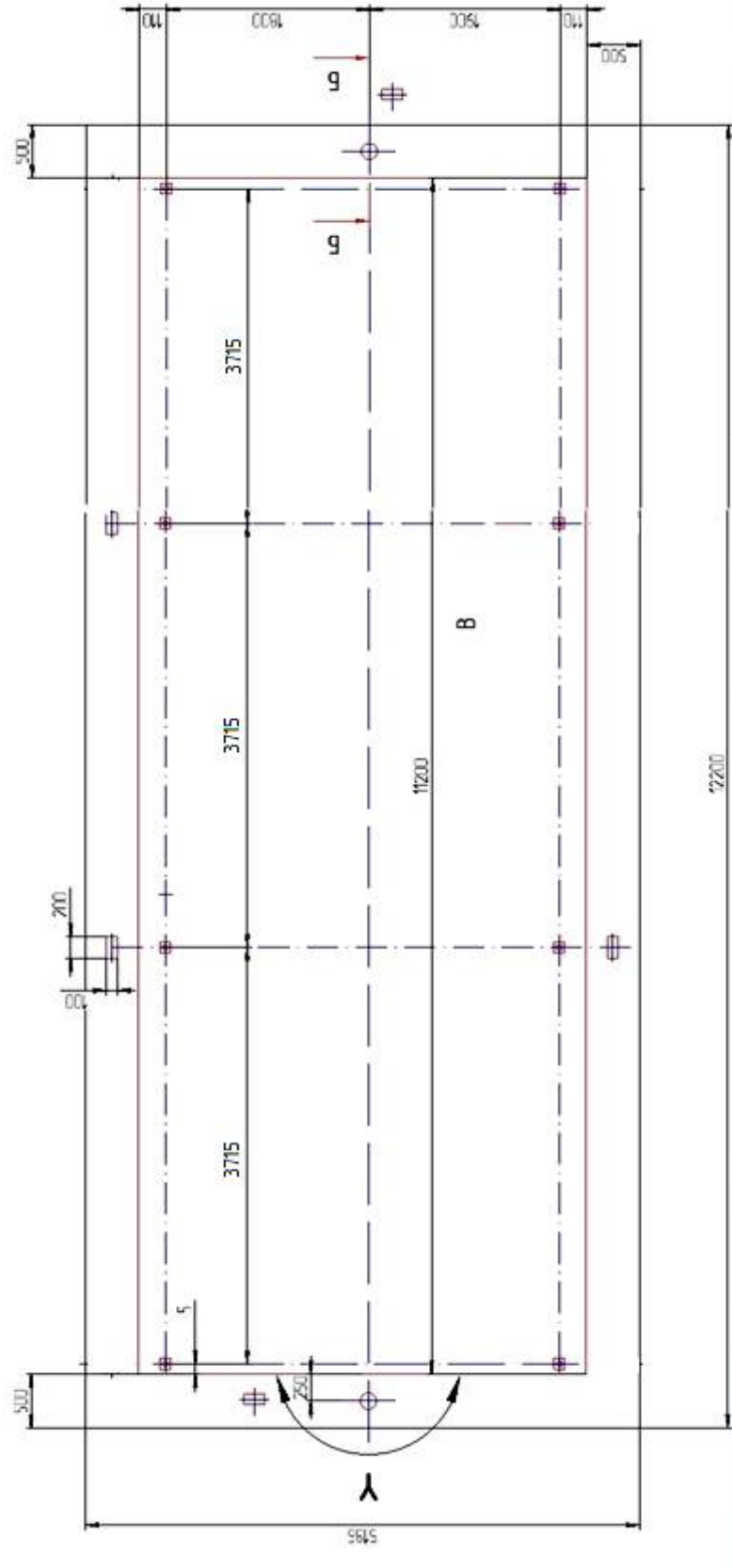


Рисунок 2.8 – Схема геодезичного обґрунтування монтажу

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

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

в) встановити і закріпити навколо основи знімні перекриття;

г) виконати в районі основи трубні розводки охолоджуючої води згідно кресленням трубних розводок;

д) виконати заземлення змонтованого обладнання. Підключення електроживлення до обладнання допускається тільки після перевірки заземлення, електрокабельних розводок і встановлення електроустаткування.

При використанні струнного методи вивірки, після установки на фундамент обладнання вивіряють по осях в плані, а потім по висоті, залишаючи припуск 1...2 мм вище проектної позначки на усадку пакета підкладок. На рис. 2.9 приведена схема вивірки рами. Для вивірки навколо фундаменту встановлюють стойки, на яких зміцнюють осьові струни з вантажами, за допомогою яких фіксують проектні осі. Виски поєднують з осями на плашках. Осі машини з осями фундаменту поєднують за допомогою схилів, що підвішуються на струнах. Після суміщення осей попередньо затягують анкерні болти, після чого повторно перевіряють правильність установки устаткування по осях і висотним позначкам (реперам) і остаточно затягують болти. Якість затягування перевіряють щупом товщиною 0,05 мм, який не повинен проходити на глибину більше 5 мм в стиках між гайкою і шайбою і базовою поверхнею деталі. У відповідальних випад-



ках необхідне зусилля затяжки перевіряють по крутному моменту на гайці або по подовженню болта.

Затяжку фундаментних болтів провести відповідно до вимог монтажних креслень і інструкції з монтажу й експлуатації обладнання. Зробити перевірку якості затягування робити обстукуванням молотком по пакетам підкладок, що при цьому не повинні зрушуватися і повинні видавати дзвінкий звук без деренчання, а також виміром зазорів за допомогою щупа товщиною 0,05мм, що не повинний проходити на глибину більш 5мм у стики між гайкою і шайбою і між шайбою і базовою деталлю.

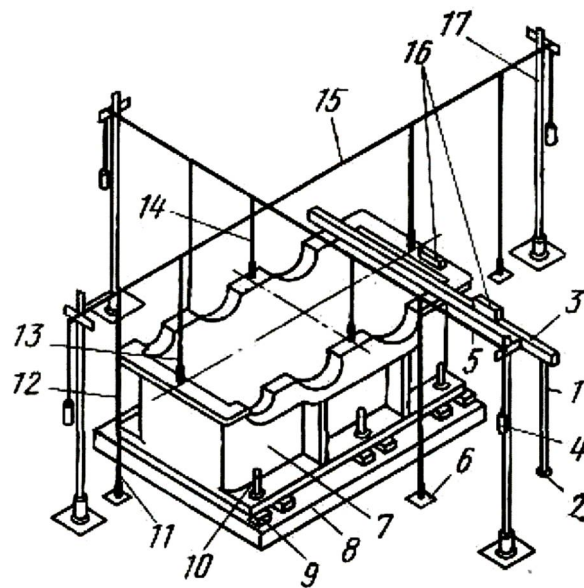


Рисунок 2.9 – Вивірка рами рольганга струнним методом: 1 – штіх-масс; 2 – репер; 3 – повірочна лінійка; 4 – вантаж; 5 і 15 – струни; 6 – плашка; 7 – рама рольганга; 8 – фундамент; 9 – пакет підкладок; 10 – фундаментний болт; 11, 13 – схили; 12, 14 – нитки схилу; 16 – рівень; 17 – стойки

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

Підлити фундамент протягом 48 годин з моменту пред'явлення його до підливки. Робити підливку без перерв. Шар підливки повинний бути щільним,

без порожнеч. Подальші монтажні роботи дозволяється робити тільки після досягнення бетоном підливки необхідної міцності.

Робити зборку обладнання згідно схеми монтажно-складального маркування із забезпеченням технічних вимог складальних і монтажних креслень і інструкцій рольганга, що монтується.

Для прискорення і підвищення якості зборки, її необхідно здійснювати в послідовності, передбаченій технологічними схемами.

Збирання рольганга, здійснювати укрупненими вузлами у наступній послідовності[13]:

- встановити плити підмоторні;
- встановити ролики в складеному стані;
- встановити кришки до корпусів підшипникових опор;
- закрутити болти, що кріплять кришки до корпусів підшипникових опор роликів;
- встановити двигуни і зубчасті муфти;
- з'єднати зубчасті муфти, що з'єднують електродвигуни з роликами;

Під час складання усі болтові з'єднання повинні бути надійно затягнуті за допомогою ручних ключів і, у необхідних випадках, із застосуванням механізованого інструмента.

Посадку призматичних шпонок у паз валу робити ударами мідного молотка чи запресуванням. Перевірку якості прилягання робочих граней шпонки до паза вала робити щупом. Після зборки шпонкового з'єднання перевірити наявність зазору по неробочій грані шпонки.

При зборці муфт повинна бути забезпечена необхідна співвісність напівмуфт. Для зубчатих муфт перекіс осей не повинний перевищувати  $0^{\circ}30'$ . З'єднання фланців обійми робити по базових мітках.

При зборці опор на підшипниках кочення перевірити по фарбі і щупом якість сполучення кілець підшипників з валом і корпусом, а також контактуючих з підшипником деталей. У випадку порушення геометричної форми посадкових місць підшипників необхідно зробити їхнє виправлення шліфувальною машинкою чи шабером з перевіркою прилягання зовнішнього кільця підшипника по фарбі.

Встановлення на машині електродвигунів, електроапаратури і датчиків автоматики і їхнє підключення робити відповідно до вимог складальних креслень

і електричних схем, з урахуванням інструкцій підприємства-виготовлювача електрообладнання із дотриманням правил пристрою електричних установок, правил техніки безпеки (ТБ) при експлуатації електроустановок, а також вимог місцевих інструкцій з ТБ.

## 2.6 Змащення обладнання рольгангу

На стані 600 застосовуються дві системи змащення: централізована система рідкого мастила і централізована система густого мастила.

Змащення рольганга необхідно виконувати у відповідності до схеми (рисунк 2.10) і карти змащення (таблиця 2.1).

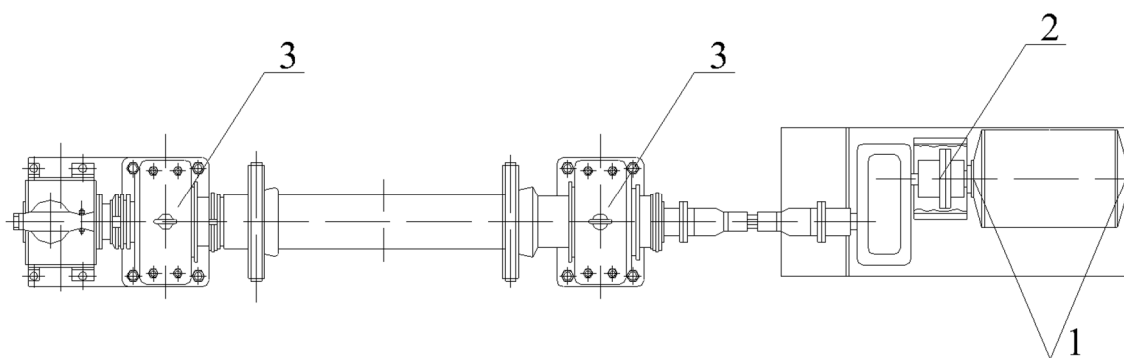


Рисунок 2.10 – Схема змащування рольгангу

Таблиця 2.1 – Карта змащення рольгангу

№ точки на схемі	Найменування точок, що змащуються	Кількість точок змащення	Спосіб змащення	Мастильний матеріал	Режим змащення	Примітки
1	Підшипники двигуна	28	закладна	Літол-24	1 раз у 24 місяці	при ТО
2	Муфта зубчаста	14	вручну	ОЗП-1	1 раз у 6 місяців	при ревізії
3	Підшипники роликів	28	густа, централізована	Ш-1	1 раз у 4 години	

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

#### **3.1 Організація і структура ремонтного господарства цеху**

Ремонт дає можливість усунути фізичний знос і втрачені в ході експлуатації деякі параметри, а модернізація компенсує моральний знос обладнання.[15]

В ремонтному господарстві зайнято 10-15% робочих від загальної їх чисельності.

Затрати на ремонт складають 6-8% а/в продукції.

В цих умовах ефективна організація проведення ремонтів не тільки забезпечує роботоспроможність обладнання, але і впливає на результати виробничої діяльності підприємства.

Ремонтне господарство включає ремонтно-механічний цех, ремонтні участки цехів, склади обладнання і запасних частин і інші підрозділи. Вони здійснюють всі види ремонтів, модернізацію і технічні огляди обладнання.

Характер діяльності ремонтного господарства визначає його завдання:

- Здійснення технічного обслуговування і ремонту всього обладнання підприємства

- Монтаж обладнання, яке придбане або виготовлене самим підприємством

- Модернізація експлуатуючого обладнання

- Виготовлення запчастин і вузлів

- Організація зберігання обладнання і запчастин

- Планування всіх робіт по технічному обслуговуванню і ремонту обладнання

- Системи техобслуговування і ремонту обладнання.

#### **3.2 Планування організації ремонтів**

Усі виробничі геологорозвідувальні організації, на балансі яких знаходиться устаткування, зобов'язані складати і строго дотримувати[15];

1) річні плани технічного обслуговування і ремонту устаткування;

2) річні чи піврічні графіки технічного обслуговування і ремонту устаткування.

Річний план технічного обслуговування і ремонту (таблиця 1) складається на календарний рік і визначає види, кількість і трудомісткість технічних обслу-

говувань і, ремонтів по кожній одиниці устаткування, що знаходиться на балансі підприємства, а також сумарну трудомісткість усіх технічних обслуговуванні і ремонтів по експлуатованому устаткуванню на планований рік.

Річний план технічного обслуговування ремонту устаткування є підставою для розрахунку споживи підприємства в ремонтних місцях для капітального ремонту, у запасних частинах, матеріальних і трудових ресурсах для технічного обслуговування і ремонту цього устаткування в процесі експлуатації.

Річний план технічного обслуговування і ремонту устаткування складається відділом головного механіка і затверджується головним інженером підприємства.

Річний план технічного обслуговування і ремонту устаткування експедиції на черговий рік представляється в службу головного механіка вищестоящої організації не пізніше, ніж за один місяць до закінчення потокового долі.

### 3.2.1 Порядок складання річного плану ТОіР

Вихідними даними для складання річного плану технічного обслуговування і ремонту є [15]:

- 1) перелік устаткування, що числитися на балансі підприємства;
- 2). паспортні дані кожної одиниці устаткування (заводський номер, тип, марка машини);
- 3) дані про фактичний наробіток кожної машини на початок планованого долі, у маш.-ч.;
- 4) фактична (звітна) чи планований середньорічний наробіток машини даного типу за рік в умовах даного підприємства;
- 5) основні нормативи системи (тривалість і структура ремонтного циклу, види і періодичність технічних обслуговувань і ремонтів, коефіцієнти використання даного виду устаткування за машинним годиною, і т.д.).

Планована (розрахункова) річний наробіток може бути визначена також множенням річного фонду робочого години при механічному колонковому буренні на коефіцієнт використання даного виду устаткування за машинним годиною.

Кількість ремонтів і технічних обслуговувань розраховується по формулі:

$$N = \frac{H_{\phi} - Q_{пл}}{T} - N_{\xi}$$

де  $N$  ( $N_{кр}$ ,  $N_{тр}$ ,  $N_{тоз}$ ,  $N_{то2}$ ,  $N_{то1}$ ) — кількість чи ремонтів технічних обслуговувань відповідного виду на планований рік для даної одиниці устаткування;

$H_{ф}$  ( $H_{фкр}$ ,  $H_{фтр}$ ,  $H_{фтоз}$ ,  $H_{фто2}$ ,  $H_{фто1}$ ) — фактичний наробіток на початок планованого долі з години проведення останнього капітального, потокового чи ремонту технічного обслуговування визначеного виду, маш.-час;

$Q_{пл}$  — планований наробіток машини даного типу в машино-часах за рік в умовах даного підприємства;

$T$  ( $T_{кр}$ ,  $T_{тр}$ ,  $T_{тоз}$ ,  $T_{то2}$ ,  $T_{то1}$ ) — періодичність проведення відповідно капітальних, поточних ремонтів і різних видів технічного обслуговування, маш.-час.

$N$  — сумарне число усіх видів ремонтів і технічних обслуговувань з періодичністю, більшої періодичності того виду, по якому ведеться розрахунок (при розрахунку кількості капітальних ремонтів  $N' = 0$ ).

Розрахунок необхідного. кількості ремонтів і технічних обслуговувань по формулі повинний вироблятися в наступній послідовності: спочатку визначається кількість капітальних ремонтів, потім — кількість поточних ремонтів, і далі — кількість технічних обслуговуванні шкірного виду (ТІ-3, ТІ-2 і ТО-1). Результати розрахунків по формулі необхідно округляти до цілих чисел у меншу сторону (відкидаючи дробову частину).

Величина сумарної трудомісткості капітальних ремонтів устаткування підприємства визначається множенням кількості капітальних ремонтів у планованому році на трудомісткість його виконання .

Величина сумарної трудомісткості технічних обслуговувань і поточних ремонтів визначається множенням кількості поточних ремонтів і різних видів технічного обслуговування у планованому році на трудомісткість відповідного виді технічного обслуговування і потокового ремонту з наступним підсумовуванням цієї трудомісткості для даної машини.

На підставі сумарної трудомісткості поточних ремонтів і технічних обслуговувань виробляється розрахунок чисельності ремонтного персоналу підприємства для проведення робіт з ремонту й обслуговування устаткування в експлуатації (без капітальних ремонтів).

Величини сумарного години простоїв при капітальних ремонтах, поточних ремонтах і різних видах технічного обслуговування в планованому році визна-

чаються шляхом множення відповідного кількості ремонтів і технічних обслуговувань різних видів на норми простоїв у цих видах технічного обслуговування і ремонту.

### 3.2.2 Порядок піврічного графіка ТОіР

Річної чи піврічної графік технічного обслуговування і ремонту устаткування складається в розвиток річного плану ТОіР. Графік установлює дати зупинки кожної конкретної машини для виконання технічного обслуговування і ремонту і їхня послідовність протягом планованого періоду [14].

Графік ТОіР складається в календарному часі.

Графік ТОіР розробляється відділом головного механіка підприємства й узгоджується з керівником робіт.

Допускається складання графіка ТОіР для комплексу спільно працюючих машин (наприклад, комплексу машин для буровлення шпари, проходки вироблення і т.д.).

Вихідними даними для складання графіка технічного обслуговування і ремонту є:

- 1) затверджений річний план ТОіР;
- 2) періодичність виконання усіх видів ремонту і технічних обслуговувань у календарному часі;
- 3) наробіток виробу з початку експлуатації (чи після капітального ремонту).

Періодичність виконання різних видів ремонту і ТО в календарному часі (доба) визначається по формулі:

$$T_{\text{КАЛ}} = \frac{T}{24k_{\text{М}}}$$

де ТКАВ ( $T_{\text{КАЛКР}}$ ,  $T_{\text{КАЛТР}}$ ,  $T_{\text{КАЛТОЗ}}$ ,  $T_{\text{КАЛТО2}}$ ,  $T_{\text{КАЛТО1}}$ ) — періодичність проведення ремонтів, відповідно, капітальних, поточних ремонтів і технічних обслуговувань даного виду в календарному часі.

Дата проведення першого чи ремонту технічного обслуговування в планованому році визначається вирахуванням фактичного наробітку (у календарному часі) з періодичності проведення даного виду чи ремонту обслуговування:

$$D = T_{\text{КАЛ}} - \frac{H_{\text{Ф}}}{24k_{\text{М}}}$$

де  $D$  ( $D_{кр}$ ,  $D_{тр}$ ,  $D_{тоз}$ ,  $D_{то2}$ ,  $D_{то1}$ ) — дата проведення відповідного виду чи ремонту технічного обслуговування.

Дати наступних чи ремонтів технічних обслуговувань у межах планованого періоду визначаються множенням періодичності ТКАВ на 2, 3, 4 і т.д. з урахуванням зрушення на величину фактичного наробітку. При збігу дат проведення планових ремонтів і (чи) обслуговувань, у графік чи ставитися ремонт технічне обслуговування з великим обсягом робіт.

Ремонт і технічне обслуговування устаткування, що працює в комплексі, повинні проводитися одночасно, тобто дати їх проведення повинні бути скоректовані в межах установлених системою відхилень.

### **3.3 Розрахунок річного фонду оплати праці бригади чергових слюсарів**

Штатним розкладом у бригаді чергових слюсарів передбачено 9 чол., у тому числі:

- слюсарів ремонтників *VI*-го розряду  $Ш_1 = 2$  чол., з тарифною ставкою  $T_1 = 46,22$  грн.;
- слюсарів ремонтників *V*-го розряду  $Ш_2 = 5$  чол., з тарифною ставкою  $T_2 = 43,92$  грн.;
- електрозварювачів *IV*-го розряду  $Ш_3 = 2$  чол., з тарифною ставкою  $T_3 = 41,11$  грн.;

#### **3.3.1 Визначення фонду оплати праці слюсарів ремонтників *VI*-го розряду**

Визначимо оплату по тарифу:

$$З_{Т1} = П \cdot В \cdot T_1 \cdot Ш_1 = 8 \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 \cdot 46,22 \cdot 2 = 202443,6 \text{ грн.},$$

де  $П$  – тривалість зміни – 8 годин.;

$В$  – кількість виходів у планованому періоді (три чверті календарних днів).

Визначимо доплату за переробку графіка:

$$З_{ПГ1} = 0,5 \cdot 0,75 \cdot Л \cdot T_1 \cdot Ш_1,$$



де  $0,5 \cdot 0,75$  – коефіцієнт доплат за переробку графіка;

$L$  – кількість перероблених годин:

$$L = P \cdot B - P \cdot (G - CB) = 8 \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 - 8 \cdot (365 - 104) = 102 \text{ години,}$$

де  $G$  – число днів у році;

$CB$  – число субот і неділь у році.

Остаточно одержимо:

$$Z_{ПГ1} = 0,5 \cdot 0,75 \cdot L \cdot T_1 \cdot Ш_1 = 0,5 \cdot 0,75 \cdot 102 \cdot 46,22 \cdot 2 = 3535,83 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за роботу у вечірній час:

$$Z_{B1} = 0,2 \cdot P \cdot B_B \cdot T_1 \cdot Ш_1,$$

де  $0,2$  – коефіцієнт доплати за роботу у вечірній час (20%);

$$B_B = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 - \text{кількість виходів у вечірній час.}$$

Остаточно одержимо:

$$Z_{B1} = 0,2 \cdot 8 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 \cdot 46,22 \cdot 2 = 13361,27 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за роботу в нічний час:

$$Z_{H1} = 0,4 \cdot P \cdot B_H \cdot T_1 \cdot Ш_1,$$

де  $0,4$  – коефіцієнт доплати за роботу в нічний час (40%).

Остаточно одержимо:

$$Z_{H1} = 0,4 \cdot 8 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 \cdot 46,22 \cdot 2 = 26722,55 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за роботу у святкові дні:

$$Z_{П1} = P \cdot B_{П} \cdot E \cdot T_1 \cdot Ш_1,$$

де  $B_{П}$  – кількість святкових днів (12);

$E = 0,75$  – коефіцієнт робочих працюючих у святкові дні.

Остаточно одержимо:

$$Z_{П1} = 8 \cdot 12 \cdot 0,75 \cdot 46,22 \cdot 2 = 6655,68 \text{ грн.}$$

Визначимо суму премій:

$$Z_{СП1} = K \cdot Z_{Т1},$$

де  $K = 0,3$  – коефіцієнт премії (30%);

Остаточно одержимо:

$$Z_{СП1} = 0,3 \cdot 202443,6 = 60733,08 \text{ грн.}$$

Визначимо суму основної заробітної плати:

$$Z_{О1} = Z_{Т1} + Z_{ПГ1} + Z_{В1} + Z_{Н1} + Z_{П1} + Z_{СП1},$$

$$Z_{О1} = 202443,6 + 3535,83 + 13361,27 + 26722,55 + 6655,68 + 60733,08 = 313452,01 \text{ грн.}$$

Визначимо розмір додаткової заробітної плати:

$$Z_{Д1} = Z_{О1} \frac{X}{100},$$

де  $X = 10\%$  – відсоток нарахування додаткової заробітної плати.

Остаточно одержимо:

$$Z_{Д1} = 313452,01 \frac{10}{100} = 31345,2 \text{ грн.}$$

Визначимо загальний фонд заробітної плати для слюсарів ремонтників VI -го розряду:

$$\Phi_1 = Z_{О1} + Z_{Д1},$$

$$\Phi_1 = 313452,01 + 31345,2 = 344797,21 \text{ грн.}$$

Визначимо середньомісячну зарплату слюсаря ремонтника VI -го розряду:

$$Z_{М1} = \frac{\Phi_1}{12 \cdot Ш_1},$$

де 12 – число місяців у році.

Остаточно одержимо:

$$Z_{М1} = \frac{344797,21}{12 \cdot 2} = 14366,55 \text{ грн.}$$

### 3.3.2 Визначення фонду оплати праці слюсарів ремонтників V-го розряду

Визначимо оплату по тарифу:

$$Z_{T2} = П \cdot В \cdot T_2 \cdot Ш_2 = 8 \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 \cdot 43,92 \cdot 5 = 480924 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за переробку графіка:

$$Z_{ПГ2} = 0,5 \cdot 0,75 \cdot Л \cdot T_2 \cdot Ш_2 = 0,5 \cdot 0,75 \cdot 102 \cdot 43,92 \cdot 5 = 8399,7 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за роботу у вечірній час:

$$Z_{B2} = 0,2 \cdot П \cdot В_B \cdot T_2 \cdot Ш_2 = 0,2 \cdot 8 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 \cdot 43,92 \cdot 5 = 31740,98 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за роботу в нічний час:

$$Z_{H2} = 0,4 \cdot П \cdot В_H \cdot T_2 \cdot Ш_2 = 0,4 \cdot 8 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 \cdot 43,92 \cdot 5 = 63481,96 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за роботу у святкові дні:

$$Z_{П2} = П \cdot В_{П} \cdot E \cdot T_2 \cdot Ш_2 = 8 \cdot 12 \cdot 0,75 \cdot 43,92 \cdot 5 = 15811,2 \text{ грн.}$$

Визначимо суму премій:

$$Z_{СП2} = K \cdot Z_{T2} = 0,3 \cdot 480924 = 144277,2 \text{ грн.}$$

Визначимо суму основної заробітної плати:

$$Z_{O2} = Z_{T2} + Z_{ПГ2} + Z_{B2} + Z_{H2} + Z_{П2} + Z_{СП2},$$

$$Z_{O2} = 480924 + 8399,7 + 31740,98 + 63481,96 + 15811,2 + 144277,2 = 744635,04 \text{ грн.}$$

Визначимо розмір додаткової заробітної плати:

$$Z_{Д2} = Z_{O2} \frac{X}{100} = 744635,04 \frac{10}{100} = 74463,5 \text{ грн.}$$

Визначимо загальний фонд заробітної плати для слюсарів ремонтників V-го розряду:

$$\Phi_2 = Z_{O2} + Z_{Д2} = 744635,04 + 74463,5 = 819098,54 \text{ грн.}$$

Визначимо середньомісячну зарплату слюсаря ремонтника  $V$ -го розряду:

$$z_{M2} = \frac{\Phi_2}{12 \cdot Ш_2} = \frac{819098,54}{12 \cdot 5} = 13651,64 \text{ грн.}$$

### 3.3.3 *Визначення фонду оплати праці електрозварювачів IV-го розряду*

Визначимо оплату по тарифу:

$$z_{T3} = П \cdot В \cdot T_3 \cdot Ш_3 = 8 \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 \cdot 41,11 \cdot 2 = 180061,8 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за переробку графіка:

$$z_{ПГ3} = 0,5 \cdot 0,75 \cdot Л \cdot T_3 \cdot Ш_3 = 0,5 \cdot 0,75 \cdot 102 \cdot 41,11 \cdot 2 = 3144,91 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за роботу у вечірній час:

$$z_{B3} = 0,2 \cdot П \cdot В_B \cdot T_3 \cdot Ш_3 = 0,2 \cdot 8 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 \cdot 41,11 \cdot 2 = 11884,07 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за роботу в нічний час:

$$z_{H3} = 0,4 \cdot П \cdot В_H \cdot T_3 \cdot Ш_3 = 0,4 \cdot 8 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 365 \cdot 41,11 \cdot 2 = 23768,15 \text{ грн.}$$

Визначимо доплату за роботу у святкові дні:

$$z_{ПЗ} = П \cdot В_{П} \cdot E \cdot T_3 \cdot Ш_3 = 8 \cdot 12 \cdot 0,75 \cdot 41,11 \cdot 2 = 5919,84 \text{ грн.}$$

Визначимо суму премій:

$$z_{СПЗ} = K \cdot z_{T3} = 0,3 \cdot 180061,8 = 54018,54 \text{ грн.}$$

Визначимо суму основної заробітної плати:

$$z_{O3} = z_{T3} + z_{ПГ3} + z_{B3} + z_{H3} + z_{ПЗ} + z_{СПЗ},$$

$$z_{O3} = 180061,8 + 3144,91 + 11884,07 + 23768,15 + 5919,84 + 54018,54 = 278797,31 \text{ грн.}$$

Визначимо розмір додаткової заробітної плати:

$$z_{ДЗ} = z_{O3} \frac{X}{100} = 278797,31 \frac{10}{100} = 27879,73 \text{ грн.}$$

Визначимо загальний фонд заробітної плати для електрозварювачів V-го розряду:

$$\Phi_3 = \Phi_{O3} + \Phi_{D3} = 278797,31 + 27879,73 = 306677,04 \text{ грн.}$$

Визначимо середньомісячну зарплату електрозварювача V-го розряду:

$$Z_{M3} = \frac{\Phi_3}{12 \cdot Ш_3} = \frac{306677,04}{12 \cdot 2} = 12778,21 \text{ грн.}$$

### **3.3.4 *Визначення середньомісячної заробітної плати по ділянці чергових слюсарів***

Визначимо загальну суму оплати по тарифі:

$$Z_T = Z_{T1} + Z_{T2} + Z_{T3}$$

$$Z_T = 202443,6 + 480924 + 180061,8 = 863429,4 \text{ грн}$$

Визначимо загальну суму доплати за переробку графіка:

$$Z_{ПГ} = Z_{ПГ1} + Z_{ПГ2} + Z_{ПГ3}$$

$$Z_{ПГ} = 3535,83 + 8399,7 + 3144,91 = 15080,44 \text{ грн}$$

Визначимо загальну суму доплати за роботу у вечірній час:

$$Z_B = Z_{B1} + Z_{B2} + Z_{B3}$$

$$Z_B = 13361,27 + 31740,98 + 11884,07 = 56986,32 \text{ грн}$$

Визначимо загальну суму доплати за роботу в нічний час:

$$Z_H = Z_{H1} + Z_{H2} + Z_{H3}$$

$$Z_H = 26722,55 + 63481,96 + 23768,15 = 113972,66 \text{ грн}$$

Визначимо загальну суму доплати за роботу у святкові дні:

$$Z_{ПД} = Z_{ПД1} + Z_{ПД2} + Z_{ПД3}$$

$$Z_{ПД} = 6655,68 + 15811,2 + 5919,84 = 28386,72 \text{ грн}$$

Визначимо загальну суму премій:

$$Z_{СП} = Z_{СП1} + Z_{СП2} + Z_{СП3}$$

$$Z_{\text{СП}} = 60733,08 + 144277,2 + 54018,54 = 259028,82 \text{ грн}$$

Визнач загальну суму основної заробітної плати:

$$Z_o = Z_{o1} + Z_{o2} + Z_{o3}$$

$$Z_o = 313452,01 + 744635,04 + 278797,31 = 1336884,36 \text{ грн}$$

Визначимо загальну суму додаткової заробітної плати:

$$Z_d = Z_{d1} + Z_{d2} + Z_{d3}$$

$$Z_d = 31345,2 + 74463,5 + 27879,73 = 133688,43 \text{ грн}$$

Визначимо загальний фонд заробітної плати по ділянці:

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3$$

$$\Phi = 344797,21 + 819098,54 + 306677,04 = 1470572,79 \text{ грн}$$

Визначимо середньомісячну зарплату чергових слюсарів по ділянці:

$$Z_M = \frac{\Phi}{12 \cdot III} = \frac{1470572,79}{12 \cdot 9} = 13616,41 \text{ грн.}$$

## 4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК

### 4.1 Розрахунок виробничої програми стану 600

На підставі звітних даних за 2018 рік про час роботи стану, складемо баланс часу роботи стану на 2020 рік.

Визначимо номінальний час роботи стану за добу:

$$T_H = t_{\text{календ}} - t_{\text{к.р.}} - t_{\text{ППР}} \quad (4.1)$$

Де  $t_{\text{календ}} = 365$  – календарний час роботи стану в 2018 році;

$t_{\text{к.р.}}$  - час на капітальний ремонт;

$t_{\text{ППР}}$  - час на ППР.

Час на капітальний ремонт і ППР складуть:

$t_{\text{к.р.}} = 10$  діб, що проводилися в 2018 р.;

$t_{\text{ППР}} = 16$  діб, приймемо, як і в 2018 р.

$$T_H = 365 - 16 - 10 = 339 \text{ діб.}$$

Номінальний час роботи стану в годинах:

$$T_H = 339 \times 24 = 8136 \text{ год.}$$

Визначимо фактичний час роботи стану шляхом віднімання з номінального часу поточних простоїв.

Поточні простої викликані заміною швидкозношуваних деталей, вузлів і простоями по організаційно-технічним причинам.

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

Поточні простої складають 15-20% від номінального часу.

Визначимо час поточних простоїв у роботі стану в добі по формулі:

$$T_{\text{т.п.}} = \frac{T_H \times \%}{100} = \frac{348 \times 20}{100} = 69,6 \text{ діб} \quad (4.2)$$

У годинах це складе:

$$T_{T.П.} = 69,6 \times 24 = 1670,4 \text{ год.}$$

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

$$T_{\phi} = T_H - T_{T.П.} = 8352 - 1670,4 = 6681,6 \text{ год.} \quad (4.3)$$

Середню годинну продуктивність стану визначимо по формулі (за 2018 р.):

$$P_{cp} = \frac{P_{рик}}{T_{\phi 17}} = \frac{323312}{3992,26} = 80,98 \text{ т/год.} \quad (4.4)$$

Де  $P_{рик}=323312$  т – обсяг виробленої продукції у 2018 за рік;

$T_{\phi 17}=3992,26$  год. – фактичний час роботи стану у 2018 р.

Номінальний обсяг випуску прокату у 2020 році визначимо по формулі:

$$P_{рик} = P_{cp} \times T_{\phi} = 80,98 \times 6681,6 = 541075,97 \text{ т/рік.} \quad (4.5)$$

У порівнянні з 2018 роком резерв часу складе:

$$P = T_{\phi} - T_{\phi 17} = 4359,74 - 1670,4 = 2689,34 \text{ год.} \quad (4.6)$$

## 4.2 Економічна ефективність

Враховуючи викладені вище недоліки в роботі пічного рольгангу та запропоновані заходи щодо їх усунення розрахуємо техніко-економічні показники заходів проекту.

Техніко-економічна ефективність від заміни шпинделя (див. підрозділ 1.4)/

На період проектування (2019 рік) середня собівартість виробництва сортового прокату складає  $C=15987,3$  грн/т. Ціна якого на ринку у 2020 році очікується  $\Pi=17043,83$  грн/т

Ціна одного шпинделя  $\Pi_{ш}=312000$  грн.

Розрахуємо затрати на виготовлення усіх шпинделів по формулі;

$$З = \Pi_{ш} \cdot K$$

де:  $K=80$  - кількість шпинделів у рольгангу

$$З = 31200 \cdot 80 = 2496000 \text{ грн.}$$



Завдяки заміні карданних валів шаровими шпинделями скоротитися час простою печі і стану загалом на 8 годин.

Знайдемо збільшення обсягів виробництва прокату по формулі:

$$H = P_{cp} \cdot 8$$

де:  $P_{cp}$  – годинна продуктивність стану

$$H = 80,98 \cdot 8 = 647,84 \text{ т}$$

Розрахуємо додатковий прибуток по формулі:

$$ДП = (Ц - С) \cdot H$$

$$ДП = (17043,83 - 15987,3) \cdot 647,84 = 684462,39 \text{ грн}$$

Дізнаємося час окупності витрат на заміну шпинделів по формулі

$$O = \frac{3}{ДП};$$

$$O = \frac{2496000}{684462,39} = 3,6 \text{ років}$$

## **5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **5.1 Охорона праці**

Охорона праці включає систему технічних, санітарно-гігієнічних і правових заходів, безпосередньо спрямованих на забезпечення безпечних для життя і здоров'я людини умов праці. Охорона здоров'я трудящих, ліквідація професійних захворювань і виробничого травматизму є однією з головних турбот держави. На кожному підприємстві прийняті погоджені з профспілковими організаціями Правила внутрішнього трудового розпорядку, в яких містяться норми з охорони праці. Діюча в країні система складається з загальних міжгалузевих правил і галузевих правил з охорони праці. Загальні правила визначають головні вимоги з охорони праці до влаштування та експлуатації будь-якого промислового підприємства (наприклад, Санітарні норми проектування промислових підприємствах) [16].

Крім профспілок (і паралельно з ними) нагляд за охороною праці здійснюють державні органи: Держгіртехнагляд (Державний нагляд за безпечним веденням робіт у промисловості), Державний енергетичний нагляд, Державний санітарний нагляд. Загальний нагляд за дотриманням законності в галузі охорони праці покладено на Прокуратуру. Видаються різними органами документи складають в цілому діючу систему стандартів, що забезпечують безпеку праці.

Якщо порядок забезпечення безпеки проведення робіт не визначено організацією, нормами і правилами, то відповідну інструкцію по техніці безпеки розробляє і вводить у дію саме підприємство. Всі відступи від правил, норм і стандартів з безпеки праці узгоджуються з відповідними органами нагляду за умовами гарантованого забезпечення безпеки праці працюючих.

### **5.2 Техніка безпеки**

Техніка безпеки є одним з розділів охорони праці, що представляє собою систему організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають вплив на працюючих небезпечних виробничих факторів [15]. Організація безпечних умов праці пов'язана з проведенням організаційних і технічних заходів, відповідальність за їх виконання лежить на інженерно-технічних працівників; додатковий контроль здійснюється профспілками. До організаційних заходів належать: інструктаж і навчання вступників на роботу та працюючих безпечним і

нешкідливим прийомам роботи; навчання навичкам користування захисними засобами; розробка та впровадження регламенту праці і відпочинку. До технічних заходів належать[17]:

- розрахунок, проектування, виготовлення і розміщення обладнання, що забезпечують сприятливі і безпечні умови праці;
- організація захисту, запобіжних пристроїв і огорожень;
- створення системи сигналізації, систем попереджувальних знаків;
- створення індивідуальних засобів захисту.

До виконання організаційних і технічних заходів по техніці безпеки повинна залучатися широка інженерно-технічна громадськість, яка отримала відповідну підготовку у вищих навчальних закладах. Курс «Безпека життєдіяльності» включений в число обов'язкових дисциплін за всіма спеціальностями, за якими готують фахівців для роботи в промисловості. Для студентів металургійних спеціальностей даний курс містить матеріали з проблем охорони праці в системі виробництва, технічним засобам безпеки і виробничої санітарії, організації профілактичних заходів, інструктажу і навчання персоналу, дослідження та аналізу травматизму, а також такі технічні питання, як вибуху і електробезпеку, радіаційна безпека, безпека експлуатації вантажопідіймальних механізмів, пожежна профілактика, освітленість робочих місць, захист повітряного і водного басейнів, організація проектування умов праці в металургійних цехах. Розділ охорони праці та техніки безпеки є обов'язковою складовою частиною дипломного проекту (роботи).

Така система підготовки не тільки полегшує умови залучення до вирішення конкретних завдань в області охорони праці на виробництві, але і забезпечує можливість пред'явлення до фахівців відповідних вимог у майбутньому.

## ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблені заходи щодо удосконалення рольгангу з метою підвищення експлуатаційної надійності, а також заходи по монтажу, ремонту, змащенню та організації технічного обслуговування обладнання, висвітлені питання техніки безпеки та охорони праці.

1. Враховуючи досвід експлуатації відзначається проблема пічних рольгангів із охолодження роликів, що знаходяться безпосередньо в зоні термічного впливу.

2. Головною проблемою при нагріванні роликів є збільшення опору їх обертання, що призводить до поламки карданних валів, тому задля збільшення граничного моменту пропонується замінити карданні вали шаровими шпинделями, що дозволить збільшити крутний момент та підвищити надійність рольгангу

3. Під час монтажних робіт з внутріпінним рольгангом доцільно використовувати 4 стропи виготовлені з канату ТЛК-0 6х37 (1+6+15+15)+1о.с ГОСТ 3079-80 (діаметр канату  $d_k = 9,6$  мм; маркувальна група  $\sigma_b = 1670$  МПа), а для закріплення рольгангу на фундамент були прийняті глухі фундаментні болт з конічним кінцем, що встановлюються в готові фундамент М36×4.

4. Пропоновані заходи дозволять отримати додатковий прибуток у розмірі 684462,39грн, а термін окупності вкладень складе 3,6 року.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Іванченко Ф. К. Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів: навч. посібник / Ф. К. Іванченко, В.М. Гребеник, В.І. Ширяєв. – К. : Вища шк., 1995. – 445 с.
2. Пат. 95097 Україна, МПК (2014.01) B21В 39/00. Ролик рольганга /Коваленко В. І., Брехов Є. В., Єлецьких В. І. та ін.; заявник і патентовласник публічне акціонерне товариство "Новокраматорський машинобудівний завод". – № 201407092; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.12.2014, бюл. № 23.
3. Пат. 12592 Україна, МПК F27D 3/02 (2006.01).Ролик пічного рольгангу / Бобух І. О., Бобух О. І., Волошин О. І. та ін.; заявник і патентовласник закрите акціонерне товариство "Новокраматорський машинобудівний завод". – № 200508016; заявл.12.08.2005; опубл. 15.02.2006, бюл. № 2.
4. Пат. 100323 Україна, МПК F27D 3/02 (2006.01).Ролик пічного рольгангу / Бобух І. О., Бобух О. І., Волошин О. І. та ін.; заявник і патентовласник закрите акціонерне товариство "Новокраматорський машинобудівний завод". – № 201413959; заявл.25.12.2014; опубл. 27.07.2015, бюл. № 14.
5. Пат. 2247000 Российская федерация , МПК B65G13/00. Рольганги с бесконечными ведущими элементами / Домрин А. Ф.[UA]; заявник і патентовласник научно-производственный комплекс "Фотоприбор" (UA).заявл.25.11.1991; опубл. 27.01.1995.
6. Пат. 2381853 Российская федерация, МПК В 21 В 39/00. Ролик прокатного стана / Тахаутдинов Р. С. (RU), Корогодин В. В. (RU), Дудоров Е. А. (RU) та ін.; заявник і патентовласник закрытое акционерное общество "Металлпромсервис". – № 2009116562/02; заявл. 04.05.2009; опубл. 20.02.2010, бюл. № 5.
7. Пат. 60684 Україна, МПК B21В 39/02 (2006.01). Рольганг прокатного стана / Марченко Д. А., Лебідь В. Т., Єлецьких В. І. та ін.; заявник і патентовласник Закрите акціонерне товариство "Новокраматорський машинобудівний завод". – № 201014564; заявл. 06.12.2010; опубл. 25.06.2011, бюл. № 12.

8. Пат. 2247000 Российская федерация, F27D3/02. Ролик прокатного стана / Татаковский И. К. (RU), Артемьев Ю. С. (RU), Виноградов Ю. В. (RU) та ін.; заявник і патентовласник відкритоє акціонерне общество «Єлектростальський завод важелого машиностроєния». – № 2002120275/02; заявл. 31.07.2002; опубл. 20.03.2005, бюл. № 6.
9. Пат. 2202748 Российская федерация, МПК В21В 39/00. направляющие (рельсы, полозья) для тяжелых изделий / Филатов А.А., Лях А.П., Шадрин А.П. та ін.; заявник і патентовласник відкритоє акціонерне общество «Єлектростальський завод важелого машиностроєния». – № 2002120275/02; заявл. 2002.06.11; опубл. 20.04.2003,
10. Машины и агрегаты металлургических заводов : учебник для вузов / А. И. Целиков, П. И. Полухин, В. М. Гребеник и др. – М. : Металлургия, 1987 – . – Т. 1. Машины и агрегаты доменных цехов. – 1987.– 440 с.
11. Королев А. А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов : учебник для вузов / А. А. Королев. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1987. – 480 с.
12. Машины и агрегаты металлургических заводов : учебник для вузов / А. И. Целиков, П. И. Полухин, В. М. Гребеник и др. – М. : Металлургия, 1987 – . – Т. 3: Машины и агрегаты для производства и отделки проката. – 1988. – 680 с.
13. Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин /В.Д. Плахтин – М.: Металлургия, 1983. – 414 с.
14. Орлов П. И. Основы конструирования: Справ.-метод. пособ: В 2 кн. Под ред. П. Н. Учаева / П. И. Орлов – 3-е изд., испр. – М. : Маши-
15. Организация технического обслуживания и ремонта оборудования огнеупорного производства. Приступа П.Г. М., «Металлургия», 1982.
16. Воскобойников В.Г. и др. Общая металлургия - 6-изд., перераб. и доп. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2005 - 768 с.
17. Королев А.А. Конструкція і розрахунок машин і механізмів прокатних станів: Уч. посібник для ВУЗів. – 2-е вид., перероб., и доп. – М.: Металургія, 1985. – 376 с.

## ДОДАТКИ