

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 85 с., 3 табл., 30 рис., 7 дод., 16 джерел.

### СТЕЛАЖ-ХОЛОДИЛЬНИК, РЕДУКТОР, ЕЛЕКТРОДВИГУН, КРОКУЮЧІ БАЛКИ, ЕКСЦЕНТРИСИТЕТ

Об'єкт дослідження – стелаж-холодильник в умовах товстолистого цеху зі станом 3000.

Мета дослідження – розробка заходів щодо підвищення експлуатаційної надійності стелажа-холодильника в умовах товстолистого цеху зі станом 3000.

Методи дослідження – теоретико-емпіричні дослідження техніко-економічних показників роботи обладнання по охолодженню гарячекатаних розкатів в умовах прокатного виробництва.

Робота складається з 6 основних розділів пояснювальної записки.

Розглянуто сортамент товстолистої продукції та її призначення, описано товстолистий стан 3000. Приведений аналітичний огляд, описане устаткування лінії стелажа-холодильника, його конструкція та порядок роботи. Указані недоліки в роботі та запропоновані заходи щодо їх усунення. Розроблено питання монтажу, регламентних робіт і змащення. Описано організацію ремонтної служби підприємства і цеху, технічну документацію при ремонтах та організацію підготовчих робіт. Приведено розрахунок виробничої програми стану та економічної ефективності заходів проекту. Зроблено аналіз потенційних небезпек в товстолистому цеху, запропоновані заходи щодо виробничої санітарії, техніки безпеки, пожежної безпеки, охорони навколо нього середовища.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	5
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.1 СОРТАМЕНТ ТОВСТОЛИСТОВИЙ ПРОДУКЦІЇ ТА ЇЇ ПРИЗНАЧЕННЯ	9
1.2 ТОВСТОЛИСТОВИЙ СТАН 3000	10
1.2.1 Призначення стана 3000	10
1.2.2 Ділянка підготовки металу до прокатки.	10
1.2.3 Устаткування стану і технологія прокатки	11
1.2.4 Гаряча і холодна обробка	12
1.2.5 Термічне відділення	13
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	15
2.1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	15
2.1.1 Літературний огляд	15
2.1.1.1 Типи холодильників та вимоги до них	15
2.1.1.2 Рейкові холодильники	16
2.1.1.3 Роликові холодильники	17
2.1.1.4 Порівняльний аналіз	18
2.1.2 Патентний огляд	18
2.2 УСТАТКУВАННЯ ЛІНІЇ СТЕЛАЖА-ХОЛОДИЛЬНИКА №1	33
2.3 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ	36
2.4 ПОРЯДОК РОБОТИ СЕКЦІЇ №1	41
2.5 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПРОЕКТУ	42
2.6 РОЗРАХУНОК ВУЗЛІВ І ДЕТАЛЕЙ СТЕЛАЖА-ХОЛОДИЛЬНИКА №1	43
2.6.1 Розрахунок механізму переміщення	44
2.6.2 Розрахунок підшипників	45
2.6.3 Розрахунок шпонок	49
2.6.4 Розрахунок механізму підйому	50

2.6.5	<i>Розрахунок валу на міцність</i>	53
РОЗДІЛ 3	МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ	55
3.1	МОНТАЖ СТЕЛАЖА-ХОЛОДИЛЬНИКА №1	55
3.2	ПЕРЕЛІК РЕГЛАМЕНТНИХ РОБІТ І ЇХНЯ ПЕРІОДИЧНІСТЬ	57
3.3	ЗМАЩУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ І ВУЗЛІВ СТЕЛАЖА-ХОЛОДИЛЬНИКА №1	61
РОЗДІЛ 4	ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	63
4.1	ОРГАНІЗАЦІЯ РЕМОНТНОЇ СЛУЖБИ НА МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ	63
4.2	ОРГАНІЗАЦІЯ РЕМОНТНОЇ СЛУЖБИ ТОВСТОЛИСТОВОГО ЦЕХУ	65
4.3	ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ ПРИ РЕМОНТАХ	68
4.4	ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВЧИХ РОБІТ	69
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	71
5.1	РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ СТАНУ	71
5.2	РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	73
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	75
6.1	АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ ДІЛЬНИЦІ ОХОЛОДЖЕННЯ	75
6.2	ЗАХОДИ З ВИРОБНИЧОЇ САНИТАРІЇ	78
6.3	ЗАХОДИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	79
6.4	ЗАХОДИ ЩОДО ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ	81
6.5	ЗАХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	82
ВИСНОВКИ		83
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ		84
ДОДАТОК А	КРЕСЛЕННЯ ТА СПЕЦИФІКАЦІЇ	86

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

- $B$  – довжина горизонтальної площадки важеля;
- $A$  – відстань по вертикалі від осі повороту важеля до його горизонтальної площадки;
- $e$  – ексцентриситет;
- ТЛЩ – товстолистовий цех;
- $m_m$  – найбільша маса металу на секції;
- $m_{ст}$  – маса стелажа;
- $G_{\Sigma}$  – загальна вага, яку необхідно переміщати;
- $G_m$  – вага металу на секції;
- $G_{ст}$  – вага секції;
- $W$  – зусилля необхідне для переміщення розкатів на холодильнику;
- $f$  – коефіцієнт тертя;
- $d$  – діаметр тертя у підшипників катків;
- $\mu$  – коефіцієнт тертя катків;
- $D_{кат}$  – діаметр катка;
- $V$  – швидкість переміщення;
- $k$  – коефіцієнт перевантаження приводу;
- $\eta$  – коефіцієнт корисної дії;
- $P$  – зусилля діюче на один підшипник;
- $n$  – загальна кількість важелів;
- $z$  – кількість підшипників в кожному катку важеля;
- $k'$  – приведений коефіцієнт тертя;
- $C_0$  – статичне навантаження;
- $f_c$  – коефіцієнт надійності;
- $M_H$  – номінальний момент електродвигуна;
- $N_{об}$  кВт – потужність електродвигуна;

- $n_{\text{дв}}$  – частота оборотів двигуна;  
 $w_{\text{дв}}$  – кутова швидкість двигуна.  
 $M_K$  – момент на приводному кривошипі редуктора;  
 $i$  – передатне відношення;  
 $l$  – довжина приводного кривошипа;  
 $\sigma_{\text{зм}}$  – напруження зминання;  
 $F$  – сила, що діє на навантажені поверхні;  
 $A_{\text{зм}}$  – площа поверхні зминання;  
 $l_0$  – робоча довжина призматичної шпонки;  
 $[\sigma]_{\text{зм}}$  – допустиме напруження зминання;  
 $M_{\text{кр}}$  – момент на ексцентриковому валу;  
 $R$  – радіус кривошипа;  
 ПЗР – планово-запобіжних ремонтів;  
 ВГМ – відділу головного механіка;  
 ВГЕ – відділу головного енергетика;  
 $T_H$  – номінальний час роботи стану;  
 $t_{\text{календ}}$  – календарний час роботи стану;  
 $t_{\text{к,р}}$  – час на капітальний ремонт;  
 $t_{\text{ПЗР}}$  – час на ПЗР;  
 $T_{\text{Т.П}}$  – час поточних простоїв у роботі стану;  
 $T_{\text{ф}}$  – фактичний час роботи стану;  
 $P_{\text{ср}}$  – середня продуктивність стану  
 $P_{\text{год}}$  – обсяг виробленої продукції;  
 $T_{\text{фн}}$  – фактичний час роботи стану;  
 $E_p$  – економічний ефект;  
 $T_{\text{пр}}$  – зменшення простоїв устаткування;  
 $P_{\text{ст}}$  – годинна продуктивність стану;

$C$  – собівартість прокату;

$C$  – ціна за тону прокату;

$\Sigma_{EP}$  – сумарний економічний ефект.

## ВСТУП

Протягом останніх десятиліть вдосконалення та інновації в області виробництва плоского сталевого прокату (гарячекатаної смуги, товстих листів і холоднокатаної смуги) супроводжувалися підвищенням вимог до якості продукції та збільшенням виробничих витрат.

Це ініціювало численні розробки в виробничому процесі, а також в системах автоматизації і контролю, спрямовані на оптимізацію якості продукції, підвищення продуктивності обладнання і зниження енергоспоживання. Значні зусилля були спрямовані на інтеграцію систем вимірювання та контролю різних технологічних параметрів (температури, профілю смуги, площинності, якості поверхні і товщини покриття). Зростаючі можливості комп'ютеризації виробничого процесу і широке використання комп'ютерів у металургійному виробництві також сприяють поліпшенню якості продукції та підвищенню продуктивності устаткування.

Одним з головних стримуючих факторів на цьому шляху насамперед є можливе зниження надійності агрегатів і устаткування. Підвищення цього показника досягається завдяки застосуванню найбільш сучасних методів технічного обслуговування і ремонтів.

Зокрема дана робота спрямована на розробку заходів щодо підвищення експлуатаційної надійності стелажа-холодильника в умовах товстолистого цеху зі станом 3000.

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Сортамент товстолистовий продукції та її призначення

За ГОСТ 5687 товстим називається лист товщиною від 4 до 160 мм, шириною від 600 до 4900 мм і довжиною від 2 до 12 м (іноді до 18-20 м). Лист товщиною вище 60 мм носить окрему назву – плита. Товстий лист поставляється у вигляді карток, які вирізаються на вимогу замовника. Лист обрізається по кромках ножицями або газовими різаками, а спосіб обрізання листа також обмовляється замовником. Останнім часом використовують також плазмове і лазерне різання. Товстий лист з катаними кромками називається універсальним, оскільки він виробляється на спеціалізованих універсальних станах, що мають вертикальні валки для формування кромки. Універсальний лист має товщину 4...50 мм, ширину 200...1050 мм і довжину до 18 м.

Наведені вище межі сортаменту товстого листа умовні і в значній мірі застаріли. Більшість сучасних товстолистових станів виробляють листи товщиною від 8 мм і вище. На ширококутовому стані вигідніше, ніж на товстолистовому, виробляти товсті листи товщиною від 4 до 8 мм (і навіть до 16-20 мм), тому ця частина товстолистового сортаменту поступово перейшла на стани, призначені для виробництва більш тонкого гарячекатаного листа. Точно також верхня межа плит товщиною 160 мм зовсім не є граничною, сучасні товстолистові стани типу стан 5000 здатні прокатувати плити товщиною понад 300 мм.

Вимоги по товщині листа і марок сталей, а також щодо якості товстого листа закріплюються у відповідних ГОСТах і ТУ і сильно залежать від споживача цього листа. Основними споживачами є суднобудування, трубна промисловість, котло-, мосто- і автобудування. Особливі властивості і підвищену якість листів вимагають хімічна промисловість і атомне енергомашинобудування.

Найбільша кількість товстого листа в світі виробляє Японія. У цій країні дуже розвинений танкерний флот. Не маючи власного металургійної сировини,



Японія танкерами завозить її з Індії, Бразилії та інших країн. Власні потреби в товстому листі, а також лідируючі позиції за якістю листа визначили провідне місце цієї країни з виробництва і збуту товстолистової продукції. Значну частку на ринку становить німецький товстий лист. Швидко зростає його виробництво в інших країнах.

## **1.2 Товстолистовий стан 3000**

### **1.2.1 Призначення стану 3000**

Стан являє собою реконструйований стан 2800 і призначений для прокатки товстих листів від 8 до 50 мм, шириною 1600 - 2500 мм, довжиною до 20 м, з вуглецевої, конструкційної, низьколегованої і легваної сталі з тимчасовим опором розриву в холодному стані 785 МПа [1-3].

### **1.2.2 Ділянка підготовки металу до прокатки.**

Сляби обробляють і складують в другому і третьому прольотах ад'юстажу блюмінга-слябінга. Другий проліт обладнаний двома кранами з під-хватами  $Q = 15$  т і двома напівпортальними кранами  $Q = 5$  т, третій проліт – двома мостовими кранами з підхватами  $Q = 15$  т і одним напівпортальним краном  $Q = 5$  т. За допомогою мостових кранів можна подавати сляби на приймальний пічний ролганг.

Ділянка обладнана стелажми для ремонту слябів, колекторами коксового газу і методичними печами з вікнами видачі. Тип печей - методичні 2-х рядні, 4-х зонні з нижнім підігрівом і торцевим завантаженням і видачею. Корисна площа поду – 136 м<sup>2</sup>. Основні розміри печей: повна довжина печі – 27200 мм; ширина – 6150 мм; висота методичної зони – 1000...1200 мм; відстань між глісажними трубами – 1000 мм.

Печі опалюються сумішшю доменного і коксового або природного газу, теплота згоряння –  $1750 \text{ ккал/м}^3$ . Продуктивність однієї печі при холодному часі –  $70 \dots 280 \text{ т/час}$ . Приблизно 20% слябів завантажують в печі при температурі  $400 \dots 800^\circ\text{C}$ . Конструкцією печі обумовлені наступні розміри слябів: висота –  $139 \dots 260 \text{ мм}$ , ширина –  $800 \dots 1500 \text{ мм}$ , довжина –  $1500 \dots 2200 \text{ мм}$ . Кожна піч обладнана контрольною апаратурою і тепловою автоматикою. Пічний проліт обладнаний двома мостовими кранами  $Q = 20/5 \text{ т}$ .

### **1.2.3 Устаткування стану і технологія прокатки**

Стан із двома послідовно розташованими клітями, чорнова реверсивна чотиривалкова і чистова реверсивна чотиривалкова універсальна [2].

Становий проліт обладнаний трьома мостовими кранами вантажопідйомністю  $100/20 \text{ тон}$ . Горизонтальні валки чорнової і чистової кліті у вертикальній площині набудовуються при роздільному включенні гвинтів.

Валки чорнових клітей змінюють приблизно 3 рази на місяць. Робочі валки чистової кліті – через 2–3 зміни й опорні 2 рази на місяць. Поверхня робочих валків чорнової кліті наплавляється порошковим дротом  $3 \times 288$ . Перед кліттю встановлена камера гідрозбивання з двома колекторами і швидкознімальними кожухами. Тиск високотискної води  $100 \text{ атм}$ .

Швидкість захоплення металу в чорновій кліті  $10 \dots 15 \text{ об/хв}$ , в чистовій  $20 \text{ об/хв}$ . У залежності від товщини і призначення листи прокочують у подовжньому і поперечному напрямках.

При прокатці листів з мало вуглецевої і легованої сталей величини обтиснень знижуються на  $5 \dots 15 \%$  від величини обтиснення листів з вуглецевої сталі. Припуски на обрізання кромки  $100 \dots 160 \text{ мм}$ . Температура початку і кінця прокатки в чорновій кліті  $1160 \dots 1180^\circ\text{C}$ , температурою кінця прокатки в чистовій кліті  $750 \dots 1050^\circ\text{C}$ , але не може бути знижена через затримку розкатів на ролгангу.

### 1.2.4 Гаряча і холодна обробка

На ділянці гарячої обробки готового прокату встановлені дві правильні машини гарячого і холодного виправлення і два шлепера–холодильники. Машина 9 x 360 x 3000 призначена для виправлення в гарячому і холодному стані листів 4...40 мм, шириною до 2500 мм, швидкість виправлення 0,15...0,9 м/с. Кількість робочих роликів – 9, опорних – 14, потужність привода – 184 кВт [3].

Остигли листи передаються рольгангами, що відводять, на інспекторський стіл, обладнаний кантувачем і передатними пристроями. Реверсивний кантувач призначений для кантування листів на кут навколо подовжньої осі з одного рольганга на іншій для огляду і виявлення дефектів. Максимальна вага злитка 7,5 тон, час кантування 10 с.

Передатний пристрій призначений для передачі листів з однієї лінії рівнобіжних рольгангів на іншу без ушкодження листів. Найбільша довжина 21 м, горизонтальний хід візка 4730 мм, швидкість переміщення візка 0,7 м/с.

Після листи передаються до гільйотинних ножиць, де виробляється обрізання переднього і заднього кінця у всіх листів, що прокочуються на стані. Обріз убирається пластинчастим транспортером.

Листи товщиною 8...25 мм, бічні кромки яких підлягають обрізанню, рольгангами і шлеперами транспортуються на ліву лінію різання тонких листів. Ця лінія обладнана дисковими ножицями з подрібнювачем кромки.

Обрізані бічні кромки листа проводками направляються на ліву лінію різання тонких листів. Ця лінія обладнана ножицями з кромки подрібнювачем. Обрізані бічні кромки листа проводками направляються до подрібнювача кромки, що розрізають подовжню кромку на куски й убирається спеціальними збиральними пристроями. Після обрізання на дискових ножицях листи надходять до ножиць поперечного різання, якими розрізаються на мірні довжини.

Після цього листи видаються на стелаж видачі з якого за допомогою листоукладача складають листи в кишені. Листи, товщиною понад 25 мм, передають рольгангами стелажу на праву лінію різання товстих листів.

Ця лінія обладнана дисковими ножицями. Крім того, по обвідному рольгангу листи можуть передаватися безпосередньо на правий потік для різання листів у гарячому стані.

Листи товщиною понад 30 мм у холодному стані ріжуться двома горизонтальними машинами, встановленими на складі листів. Вони призначені для прямолінійного подовжнього і поперечного розкрою листів.

### **1.2.5 Термічне відділення**

У термічному відділенні можна робити загартування, нормалізацію і відпустку листів товщиною 4...50 мм, шириною 1500...2500 мм і довгої 4000...12000 мм з вуглецевої сталі, низьколегованої і легованої сталі [4].

Довжина робочого простору печей 66 м (четверта піч 80 м), ширина 2,9 м. Піч працює на коксо-доменному газі, тиск 1000 мм вод. ст. Витрата газу при нагріванні під загартування або нормалізацію 11000...12000  $\text{м}^3/\text{година}$ , при відпустці 6000...7000  $\text{м}^3/\text{година}$ .

Подача матеріалу до термічних печей може здійснюватися як зі складу, так і безпосередньо зі стану. Перед піччю встановлений передатний стелаж довжиною 37 м і шириною 11 м. Листи зі складу до печей подаються магнітними візками, що укладають листи на підвідний рольганг відповідних печей.

Тривалість нагрівання листа 2 хв (при загартуванні) на 1 мм товщини.

Для загартування встановлено 4 преси. Гартівний прес складається з рухливої плити, рами з бризкалками і секції рольгангів. Для холодного виправлення загартованих листів з нержавіючої сталі за передатним стележем встановлений листопрямильна машина.

Листи після нормалізації направляються до стелажа, обладнаному канатним реверсивним шлепером. Максимальний хід шлеперного візка 23200 мм, швидкість переміщення 0,8...1,5 м/с, приводяться в рух від електродвигуна потужністю 75 кВт.

Канатний шлепер направляє листи до однієї з двох листопривильних машин гарячого виправлення в залежності від товщини листа семи-валкова машина ЛМ20×2600, призначена для виправлення листів товщиною 20 мм і шириною 2600 мм при температурі 600°C. П'ятивалкова машина призначена для виправлення листів товщиною 20...50 мм.

Після гарячого виправлення листи надходять на стелаж. Тут вони прохолоджуються. Охолоджені листи передають на інспекторські стелажі, де виробляється огляд верхньої і нижньої поверхні листів. Потім відбувається зачищення дефектів і остаточне маркірування, добір проб від листів і різка їх на мірну довжину, вироблену на гільйотинних ножицях поперечного різання. Ножиці нереверсивні з верхнім зрізом і маховим приводом. Максимальне зусилля різання 600 тон.

## РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Аналітичний огляд

#### 2.1.1 Літературний огляд

##### 2.1.1.1 Типи холодильників та вимоги до них

Для охолодження сортових профілів застосовують холодильники рейкового і роликового типів [1-3].

На холодильнику виконуються наступні операції: прийом прокатних смуг, охолодження, передача смуг по рейкам холодильника на відповідний рольганг, транспортування остиглих пачок смуг до оздоблювальних агрегатів.

Холодильник є сполучною ланкою між прокатним станом і агрегатами для обробки прокату. Для забезпечення синхронної роботи стану і цих агрегатів необхідно мати холодильник оптимальних розмірів, що залежать від тривалості охолодження металу, що прокатується.

Питома маса холодильника в загальній масі устаткування стану досить значна і складає від 35 до 50 %. До холодильників висувають наступні вимоги [1-3]:

- а) забезпечення потрібного темпу прокатки на стані;
- б) механізація й автоматизація всіх робіт із приймання металу на холодильник, охолодження його і транспортування до ділянки обробки;
- в) одержання рівних, смуг без скручування.

Необхідність збереження прямолінійності готових смуг у процесі охолодження на холодильнику здобуває особливу важливість на сучасних високошвидкісних станах у зв'язку зі збільшенням довжини холодильника до 150 м. Скривлення смуги на холодильнику вимагає установки додаткових правильних машин крім того, утрудняє ритмічну роботу холодильника. При прокатці смуг з

деяких спеціальних сталей до холодильників пред'являється також вимога регулювання режиму охолодження смуг.

### **2.1.1.2 Рейкові холодильники**

На рейковому холодильнику [1-3] охолодження смуг відбувається на рухливих зубчатих рейках, що роблять гойдально-поступальний рух. Особою перевагою рейкового холодильника є також виправлення смуг у процесі охолодження. Рейкові холодильники, незважаючи на складний механізм приводу рейок і значну масу, одержали найбільше поширення на високопродуктивних безупинних станах. Рейкові холодильники бувають одно - і двосторонні; по числу одночасно прийнятих ниток одно - і багатониткові.

Консольні ролики підвідного рольганга, установлені з кроком 1000 мм і мають індивідуальний привод. Холодильник складається із системи рухливих рейок, нерухомих рейок, розташованих між рухливими, і пристроїв для набору пачок охолодженого прокату і перекидання їх на відповідний рольганг. Рухливі крокуючі рейки роблять зворотно-поступальний рух по круговій траєкторії за допомогою ексцентрикових механізмів, що приводяться електродвигуном. Між роликками підвідного рольганга, розташовані клапан, що здійснюють підйом і опускання прокату за допомогою вертикальних тяг, з'єднаних з підйомним кривошипно-шатунним механізмом, що приводиться електродвигуном.

По виходу з останньої кліті смуга розрізається летучими ножицями на довжини, що відповідають довжині холодильника (100...120 м), надходить на холодильник по рольгангу і при одночасному підйомі всіх клапанів скидається на гребінку, розташовану поруч з роликками рольганга по всій довжині холодильника.

З гребінок прокат забирається системою "крокуючих" рейок і перекидається на нерухомі рейки. При кожному ході рухливих рейок прокат переміщається з нерухомих рейок на відстань 120 мм, рівне кроку зубів рейок. При переміщенні по холодильнику прокат проохолоджується до 80...120°C, збирається в

пачки від 10 до 20 смуг і перекладається на відповідний рольганг, ведучий до ножиць для холодного різання сортових профілів на мірні довжини.

На багатьох холодильниках підйом і опускання клапанів здійснюються за допомогою тягового пристрою з багатьма шарнірними зв'язками, підданими температурним впливам. У розглянутій конструкції для приводу "клапанів замість тягового пристрою застосований подовжній вал, що значно менше підданий тепловим і механічним деформаціям завдяки чому забезпечується одночасний підйом усіх клапанів по довжині підвідного рольганга, і рівнобіжне перекидання довгого сортового прокату з рольганга на зуби гребінки.

Усі рейки в такого холодильника є рухливими, взаємно урівноваженими і можуть робити зворотно-поступальний рух у напрямку ширини холодильника і зворотно-хитне – у напрямку довжини холодильника. Холодильник такого типу дозволяє регулювати швидкість охолодження металу і може бути використаний також для повільного охолодження прутків.

### **2.1.1.3 Роликові холодильники**

На багатьох станах застосовують роликові холодильники [1-3]. Роликовий холодильник складається з довгих приводних роликів невеликого діаметра (100-120 мм), розташованих під кутом  $35..45^\circ$  до осі підвідного рольганга. На кінцях роликів передбачені конічні шестірні, що знаходяться в зачепленні з конічними шестірнями, установленими на загальному трансмісійному валу, що приводиться від електродвигуна через редуктор.

Смуга в процесі охолодження одночасно рухається поступально і поперек холодильника (від підвідного рольганга, до відвідного рольганга). Головна перевага роликового холодильника є простота конструкції: відсутні складні механізми, зв'язані з хитним рухом рейок, спрощується фундамент. Істотною технологічною перевагою є безупинна зміна поверхні зіткнення смуг з роликами холодильника, у результаті чого запобігається місцеве охолодження смуг. Ця властивість холодильника особливо важлива при прокатці смуг з легованих сталей.



Тривалість охолодження смуг можна регулювати швидкістю обертання роликів.

#### **2.1.1.4 Порівняльний аналіз**

Ширина роликового холодильника може бути доведена до 10 м. Ширина рейкового холодильника складає всього 6...8 м (між осями завантажувального і розвантажувального рольгангів), у зв'язку з цим охолоджувана поверхня роликового холодильника на 30-50 % більше, ніж у рейкового. Крім того, роликовий холодильник допускає більш щільне укладання металу, що приблизно в 5-10 разів збільшує ефективність використання площі холодильника.

До недоліків варто віднести те, що в процесі охолодження на відміну від рейкового холодильника роликові холодильники не забезпечують виправлення смуг.

Незважаючи на простоту конструкції, роликові холодильники мають великі габарити і дуже дорогі. Тому там, де мається можливість установити холодильник будь-якого типу, перевагу віддають рейковому.

#### **2.1.2 Патентний огляд**

Відома [4] конструкція холодильника для прокату (рис. 2.1), що містить рівнобіжні приводні несущі ланцюги, під кожною з яких подовжньо розташовані підтримуючі напрямні. Рівнобіжні приводні ланцюги, послідовно розташовані під ними підтримуючі напрямні, перші з яких складені з двох зв'язаних між собою одними кінцями частин, другими кінцями, розмішеними на опорах, і індивідуальний привод підйому перших напрямних, розташований між їхніми опорами, привод підйому кожної першої направляючої виконаний у виді поршневого циліндра і з'єднаної з його штоком вилки, а зв'язок кінцевих частин перших підтримуючих напрямних виконана за допомогою шарніра, до осі якого прикріплена вилка, і інші кінці кожної частини установлені вільно у виконаних

на опорах направляючих жолобах. Яка, з метою підвищення надійності роботи, містить паралельно встановлені ланцюги, що приводяться від двигуна через трансмісію, підтримуючі направляючі і привод підйому перших підтримуючих направляючих, поршневий гідравлічний циліндр (рис. 2.2).

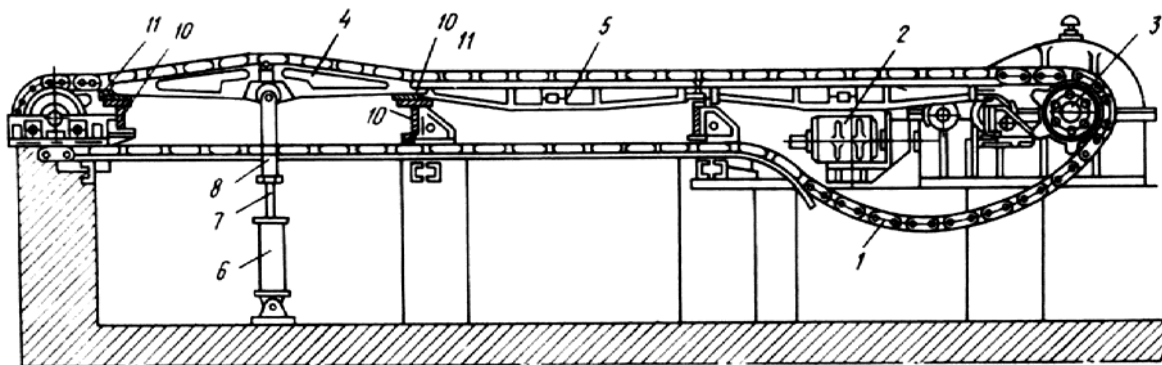


Рисунок 2.1 – Загальний вид холодильника [4]

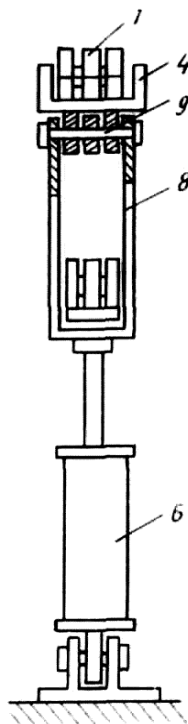


Рисунок 2.2 – Поперечний розріз по одному із ланцюгів через шарнірне з'єднання частин першої підтримуючої направляючої [4]

Холодильник для сортового прокату складається з паралельно встановлених ланцюгів 1, що приводяться від двигуна 2 через трансмісію 3, підтримую-

чих направляючих 4 і 5, розташованих під кожним ланцюгом, і приводу підйому перших підтримуючих направляючих 4. Привод підйому кожної з них виконаний у виді поршневого гідравлічного циліндра 6 і з'єднаної з його штоком 7 вилки 8.

Перші підтримуючі направляючі 4 складені з двох частин, зв'язаних між собою одними кінцями за допомогою шарніра, до осі 9 якого прикріплена вилка 8. Інші кінці кожної частини цих направляючих вільно встановлені у виконаних на опорах 10 направляючих жолобах 11, що представляють собою швелер із привареної до однієї зі сторін пластиною, що утворить тильну частину жолоба.

При роботі холодильника ланцюги 1 разом із остигаючим на них прокатом, переміщуються відносно підтримуючих направляючих 4 і 5. При цьому направляючі 4 завжди упираються своїми кінцями в тильні частини других (по ходу металу) направляючих жолобів 11 оскільки холодильник нереверсивний.

Якщо для компенсації повідці прокату протизгином під дією власної ваги потрібно створити визначений профіль поверхні вхідної частини холодильника, кожна підтримуюча напрямна 4 піднімається на необхідну висоту за допомогою поршневих циліндрів 6.

Відома [5] конструкція пристрою для транспортування і кантування прокату на холодильнику, що може використовуватися для виключення можливості самовільного порушення заданого режиму кантування прокату з прямокутним профілем перетину.

На рисунку 2.3 зображений пристрій для кантування і транспортування прокату, загальний вид; на рисунку 2.4 - положення прокату, що транспортується, і механізмів пристрою в момент переміщення лінійок; на рисунку 2.5 - положення лінійок у момент їхньої зупинки перед початком зворотного ходу; на рисунку 2.6 - положення лінійок, важелів і дисків до моменту часу, коли лінійка і важелі повернулися у вихідне положення, а диски з прокатом продовжують свій рух.

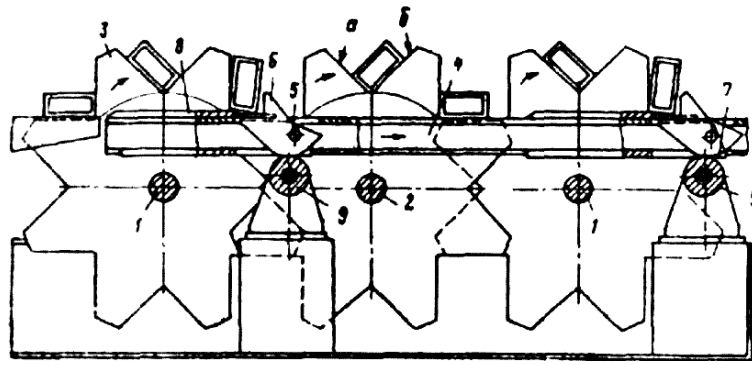


Рисунок 2.3 – Пристрій для кантування і транспортування прокату [5]

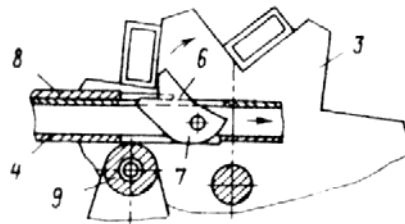


Рисунок 2.4 – Положення прокату, що транспортується, і механізмів пристрою в момент переміщення лінійок [5]

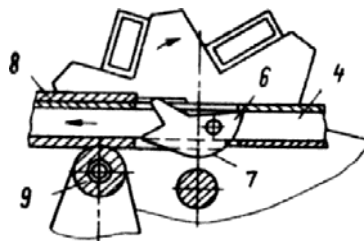


Рисунок 2.5 – Положення лінійок у момент їхньої зупинки перед початком зворотного ходу [5]

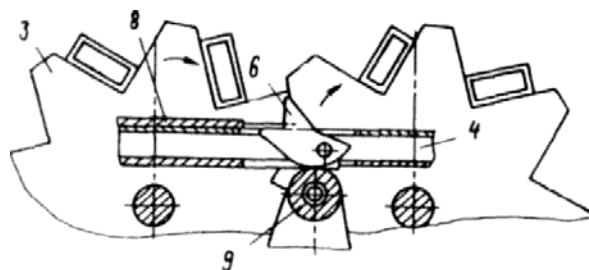


Рисунок 2.6 – Положення лінійок, важелів і дисків до моменту часу, коли лінійка і важелі повернулися у вихідне положення [5]

Пристрій для кантування і транспортування прокату на холодильнику містить паралельно встановлені непарні 1 і парні 2 приводні вали, кожний з декількома профільними дисками 3 з парним числом взаємно перпендикулярних робочих граней а і б у кожного, розміщені поперечно валам подовжньо переміщувані лінійки 4, установлені на лінійках на шарнірах 5 за кожним непарним валом одноплечі важелі 6 із прямокутним пазом на кінці під прокат і з криволінійною поверхнею 7 контакту, закріплені на лінійках перед важелями планки 8 і опорні ролики 9 для контакту з криволінійною поверхнею важелів.

Вихідне положення пристрою показане на рисунку 2.3. У цьому положенні до пристрою (до непарного валу 1 дисків 3) подають черговий прокат, а раніше поданий прокат спирається на планки 8, прийнявши похиле положення убік одноплечого важеля 6. У випадку самовільного падіння прокат обіпреться на виступаючий кінець одноплечого важеля 6 і її подальше падіння припиниться.

Диски 3 і лінійки 4 приводять в одночасний рух у напрямку, зазначеному стрілками. Завдяки згаданому вище співвідношенню циклів роботи дисків і лінійок прокат переміщається в положення, показане на рисунку 2.4, ще до того, як робочі грані а, б парного валу 2 дисків 3 стикнуться з прокатом. У процесі переміщення прокату його випадкове падіння на одноплечі важелі приведе до незначного повороту одноплечих важелів убік падіння. Як тільки нижні виступи одноплечих важелів упруться у підставу прокату, поворот одноплечих важелів припиняється і прокат припиняє своє падіння. Випадкове падіння прокату в зворотному напрямку виключено завдяки похилому положенню убік одноплечих важелів.

На рисунку 2.5 показане положення лінійок у момент їхньої зупинки перед початком зворотного ходу. До цього моменту диски 3 зробили близько 25% свого робочого ходу і продовжують рух. Одноплечі важелі, вийшовши з зіткнення з прокатом, під дією сили ваги повертаються в нейтральне положення й утримуються в цьому положенні, спираючись задніми виступами на лінійки 4. Далі лінійки починають зворотний хід. Час повного циклу роботи приводу ліні-

йок 4 (один подвійний хід) складає 40-50% від часу, затрачуваного на поворот дисків 3 на  $90^\circ$ . Далі лінійки, важелі і диски 3 приймають положення як на рисунку 2.6 до моменту часу, коли лінійки і важелі повернуться у вихідне положення, а диски з прокатом, пройшовши приблизно половину робочого ходу, продовжують свій рух.

Після завершення руху дисків всі елементи пристрою приходять у вихідне положення, показане на рисунку 2.3.

Відома [6] конструкція рейкового холодильника прокатного стану що може використовуватися для підвищення експлуатаційної надійності за рахунок виключення динамічних навантажень при завантаженні прокату.

На рисунку 2.7 зображено пристрій, загальний вид; на рисунку 2.8 - механізм перед завантаженням чергової заготівлі, вихідне положення; на рисунку 2.9 - те ж, у момент нахилу важеля і зісковзування заготівель до кінцевих упорів; на рисунку 2.10 - те ж, у момент опускання заготівлі на поверхню зуба опорних рейок; на рисунку 2.11 - те ж, у момент захоплення заготівлі транспортними рейками; на рисунку 2.12 - те ж, у момент знімання транспортними рейками заготівлі з опорних рейок і перекладки на крок з кантуванням.

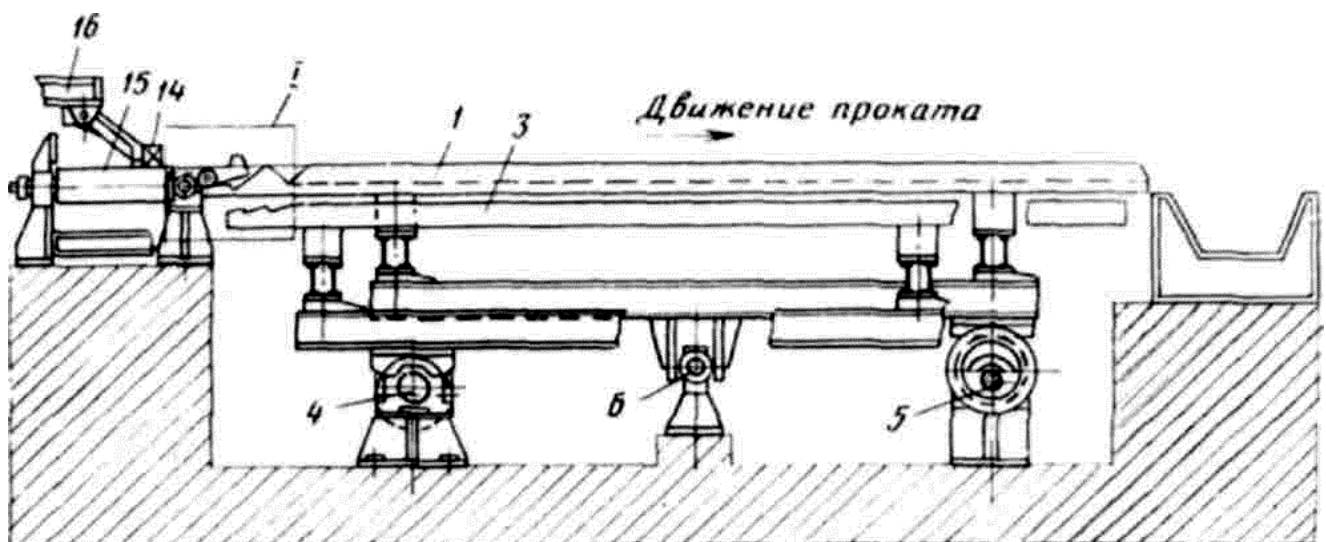


Рисунок 2.7 – Рейковий холодильник прокатного стану [6]

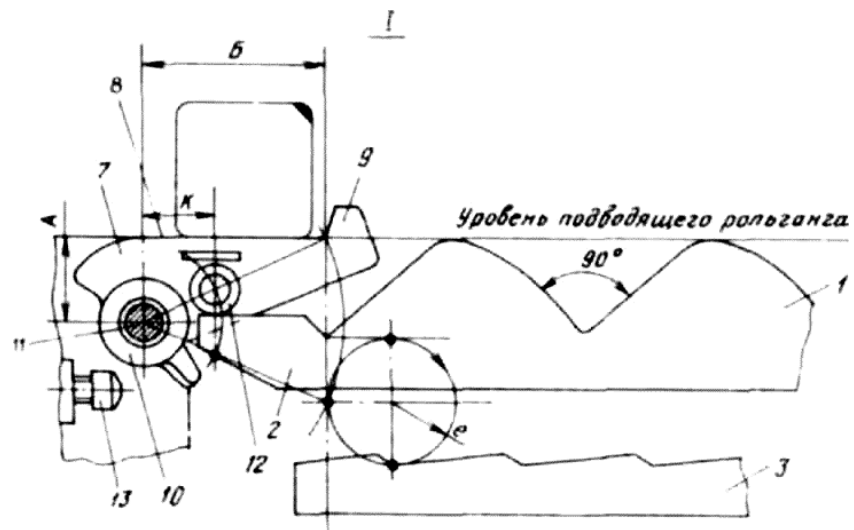


Рисунок 2.8 – Механізм перед завантаженням чергової заготовлі, вихідне положення [6]

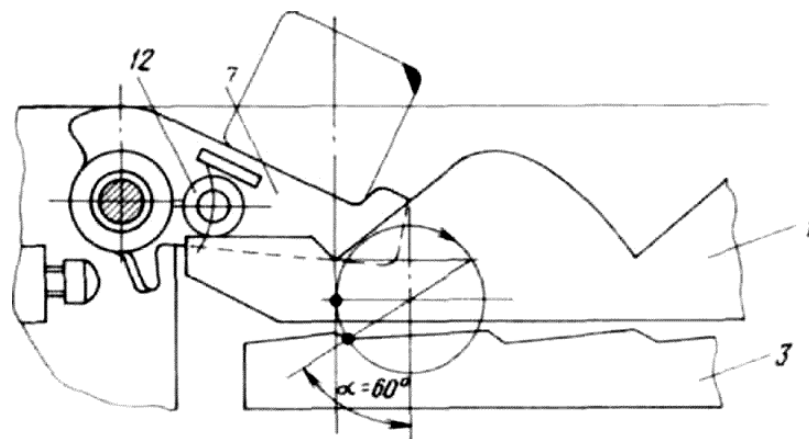


Рисунок 2.9 – Механізм у момент нахилу важеля і зісковзування заготовель до кінцевих упорів [6]

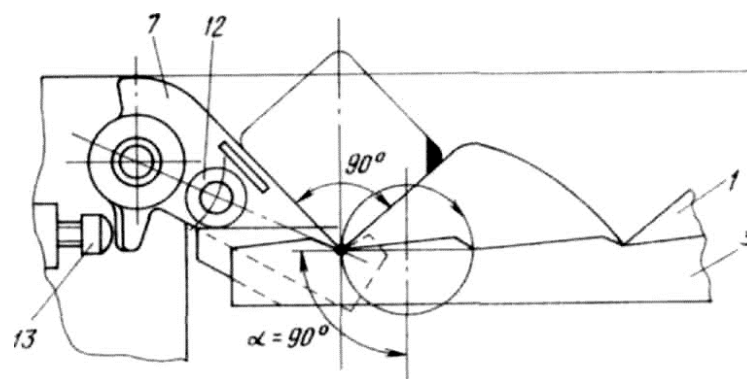


Рисунок 2.10 – Механізм у момент опускання заготовлі на поверхню зуба опорних рейок [6]

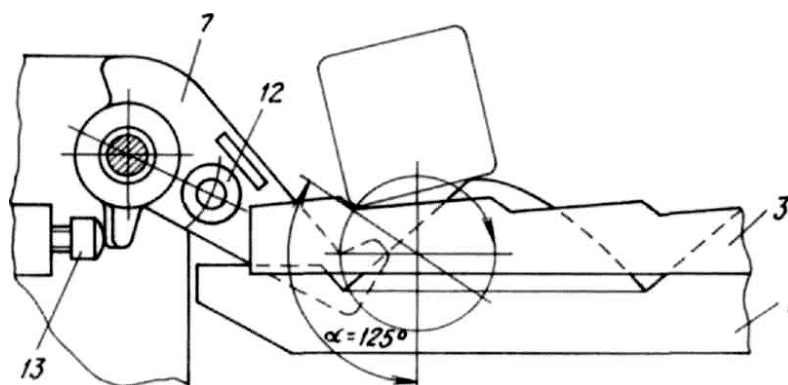


Рисунок 2.11 – Механізм у момент захоплення заготівлі транспортними рейками [6]

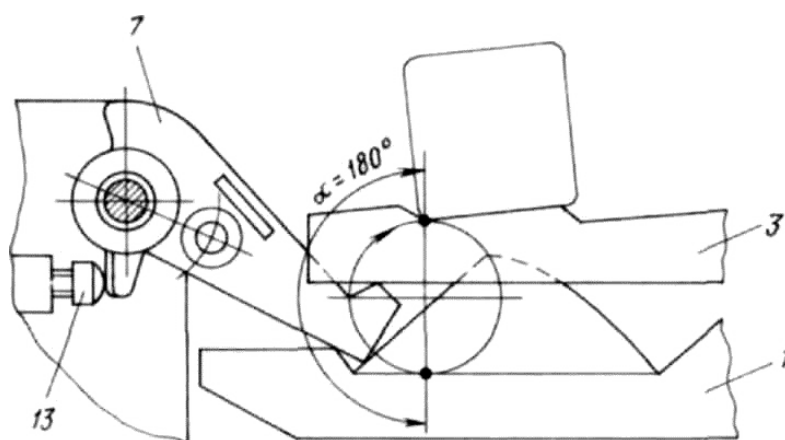


Рисунок 2.12 – Механізм у момент знімання транспортними рейками заготівлі з опорних рейок і перекладки на крок з кантуванням [6]

Рейковий холодильний прокатного стану містить опорні рейки 1, що мають кінцеві контактні площадки 2, транспортні рейки 3, їхній ексцентриковий привод (з ексцентриситетом  $e$ ), що мають ексцентрики 4 і 5, зміщені один відносно іншого на  $180^\circ$ , ролики 6 для фіксації опорних рейок від горизонтального зсуву, важільний перекладач прокату, що має важелі 7 з горизонтальною робочою площадкою 8 довжиною  $B$  з кінцевим упором 9, що складає з площадкою тупий кут, із установленими на стаціонарних опорах 10 осями 11 хитання і з контактуючими з кінцевою площадкою опорної рейки опорними роликами 12, стаціонарні обмежники 13 повороту важелів, причому у вихідному положенні важелів кінці горизонтальних робочих площадок і западини перед першими зу-



бами опорних рейок розташовані в загальній вертикальній площині, а впадини між зубами транспортуючих рейок зміщені відносно впадин між зубами опорних рейок по вертикалі й у напрямку транспортування прокату відповідно на подвоєну й одинарну величину ексцентриситету приводу.

При цьому вісь опорного ролика кожного важеля вилучена від осі його повороту по вертикалі на величину напівексцентриситету, а по горизонталі - на відстань:

$$K = \frac{B \cdot e}{2A}; \quad (1)$$

де  $B$  – довжина горизонтальної площадки важеля, рівна відстані по горизонталі від осі повороту важеля до кінцевого упора;

$A$  – відстань по вертикалі від осі повороту важеля до його горизонтальної площадки,

$e$  – ексцентриситет приводу.

Прокат 14 поступає по рольгангу 15 і зіштовхується на робочу площадку важеля зштовхувача 16.

У вихідному положенні опорні рейки 1 знаходяться у верхньому положенні. Робочі горизонтальні площадки 8 важелів 7 при цьому сполучені з площиною рольганга 15. Зштовхувач 16 виштовхує на важелі прокат 14, що поступає по рольгангу (див. рисунок 2.8). Потім включається привод холодильника. При опусканні опорних рейок важелі нахиляються, прокат зсковзує до кінцевих упорів 9 важелів. При подальшому опусканні важелі упираються в стаціонарні обмежники 13, а прокат плавно лягає на поверхню зуба опорної рейки (див. рисунок 2.9). У цьому положенні вершини кутів впадини перед найближчим зубом опорної рейки 1, впадини транспортної рейки 3 і вершина тупого кута кінцевого упора збігаються, а прокат торкається своїми двома бічними гранями відповідно з правою поверхнею впадини опорної рейки і співпадаючої з робочою площадкою важеля лівою поверхнею впадини опорної рейки. Це є необхідною умовою для захоплення прокату транспортними рейками в потрібному для кантування положенні. При подальшому русі транспортні рейки знімають прокат з

опорних і перекладають на крок з кантуванням (див. рисунок 2.10, 2.11). Далі процес повторюється.

Відома [7] конструкція холодильника з крокуючими балками, що може використовуватися для підвищення експлуатаційної надійності і розширення технологічних можливостей шляхом регулювання величини і форми траєкторії руху рухливих рейок.

На рисунку 2.13 показаний рейковий крокуючий холодильник прокату, вид збоку; на рисунку 2.14 - розріз А-А; на рисунку 2.15 - кінематична схема приводу холодильника; на рисунку 2.16 - кінематична схема розділового механізму при різних положеннях двовенцової шестірні.

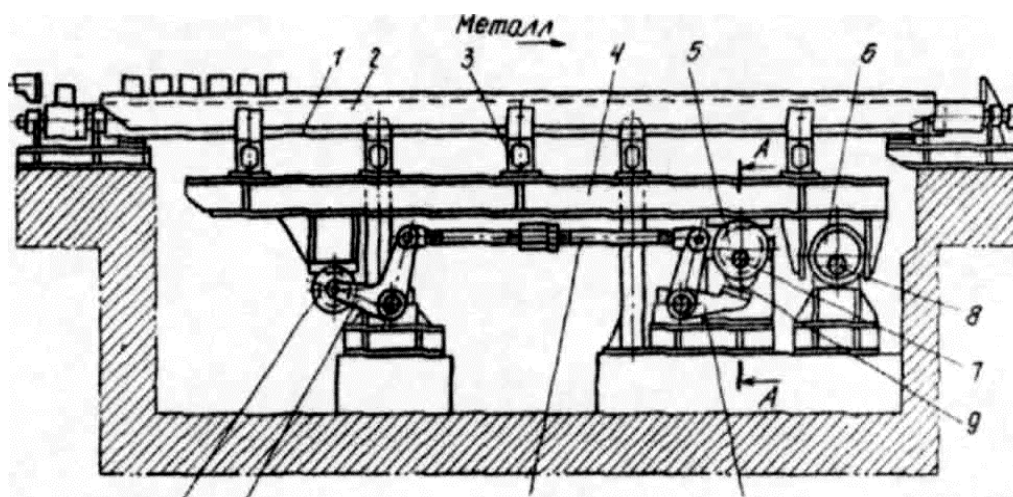


Рисунок 2.13 – Рейковий крокуючий холодильник прокату [7]

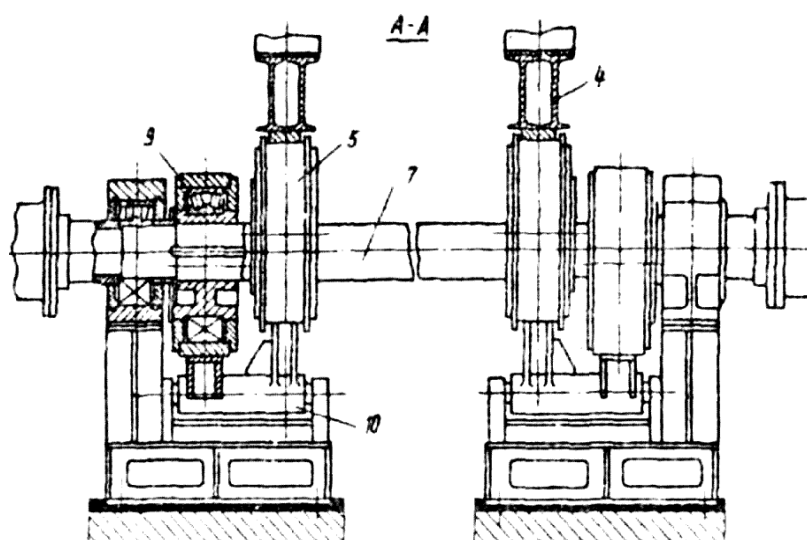


Рисунок 2.14 – Рейковий крокуючий холодильник прокату розріз А-А [7]

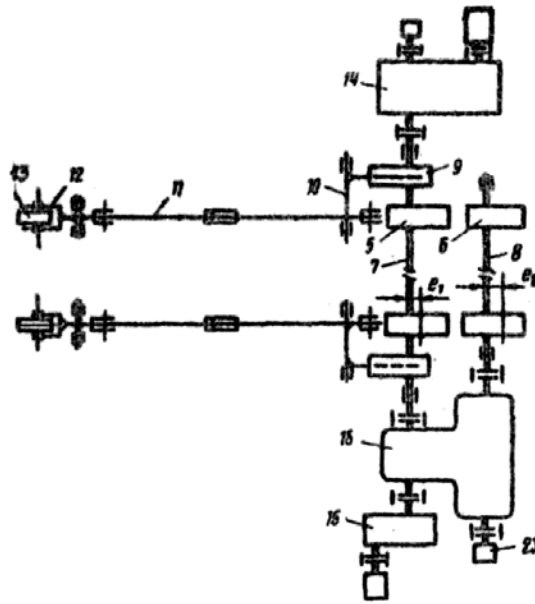


Рисунок 2.15 – Кінематична схема приводу холодильника [7]

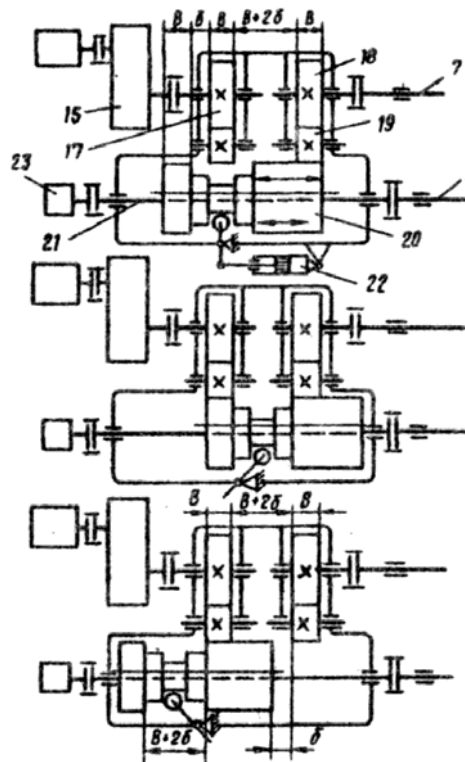


Рисунок 2.16 – Кінематична схема розділового механізму при різних положеннях двовенцевої шестірні [7]

Холодильник прокату містить нерухомі 1 і рухливі 2 рейки, ексцентрики 5 і 6, закріплені на приводних рівнобіжних валах 7 і 8, основний і додатковий

приводи і розділовий механізм у виді двох пар шестірень і двовенцової шестірні, що входить у зачеплення поперемінно з парами шестірень траєкторії руху рухливих рейок можуть бути або овальними, або прямокутними з регульованим ходом.

При транспортуванні важких профілів можуть працювати обидва приводи одночасно.

Це дозволить знизити потужність основного приводу і вибирати її виходячи із середнього завантаження холодильника. Зусилля горизонтального переміщення рухливих рейок значно нижче зусилля для їхнього вертикального переміщення, тому потужність додаткового приводу 15 невелика.

Прокат, що надходить по рольгангу, зупиняється упором (не показаний) проти поля холодильника і за допомогою завантажувального пристрою зміщається на його нерухомі рейки 1. У момент завантаження рівень рухливих рейок 2 знаходиться нижче рівня нерухомих рейок. При включенні приводу рухливі рейки здійснюють крокове переміщення прокату уздовж холодильника. При синхронному обертанні ексцентрикових валів 7 і 8 вертикального і горизонтального переміщення рухливих рейок останні рухаються по еліптичній траєкторії. При роздільній роботі приводів форма траєкторії руху рухливих рейок прямокутна. Навантаження від прокату, що транспортується, і рухливих частин холодильника, сприймані катками 13 Г-образних важелів 12, через тяги 11 передаються на важелі 10, взаємодіючи з холостими ексцентриками 9 валу 7 вертикального переміщення рухливих рейок і спрямовані знизу-вверх. При цьому 15 вали його підшипники практично цілком розвантажуються від вертикальних навантажень, завдяки чому їхні габарити і маса можуть бути істотно зменшені. Охолоджений прокат відвідним рольгангом, транспортується на склад або ділянки обробки.

При зрушенні двовенцової шестірні 20 уліво (див. рисунок 2.16) вал 8 з ексцентриками горизонтального переміщення рухливих рейок 2 відключається від основного приводу 14 і приводиться в рух тільки додатковим приводом 15, що або розвертає вал 8 на деякий кут відносно валу 7 з наступним переключен-

ням на спільну роботу від основного приводу, або вертикальне і горизонтальне переміщення рухливих рейок виробляються при роздільній роботі обох приводів. При цьому траєкторії руху рухливих рейок можуть бути або овальними, або прямокутними з регульованим горизонтальним ходом. Кут відносного розвороту приводних ексцентрикових валів контролюється сельсинами 23.

Відома [8] конструкція холодильника для прокату що може використовуватися для спрощення конструкції і зниження навантаження на привод холодильника.

Привод горизонтального переміщення рухливих балок холодильника здійснюється за допомогою кулачка, встановленого на приводному валові, і двох роликів, розташованих діаметрально. На приводному валу по обидва боки кулачка розміщені катки і взаємодіючі з ними своєю внутрішньою поверхнею траверси, надягнуті на осі роликів і жорстко з'єднуючі них між собою. Один з роликів змонтований на поверненому двоплечому важелі, з'єднаному тягами з рухливими балками.

На рисунку 2.17 зображений холодильник, вид збоку; на рисунку 2.18 - привод горизонтального переміщення рухливих балок (вузол I на рисунку 2.17); на рисунку 2.19 - поперечний розріз по А-А на рисунку 2.18.

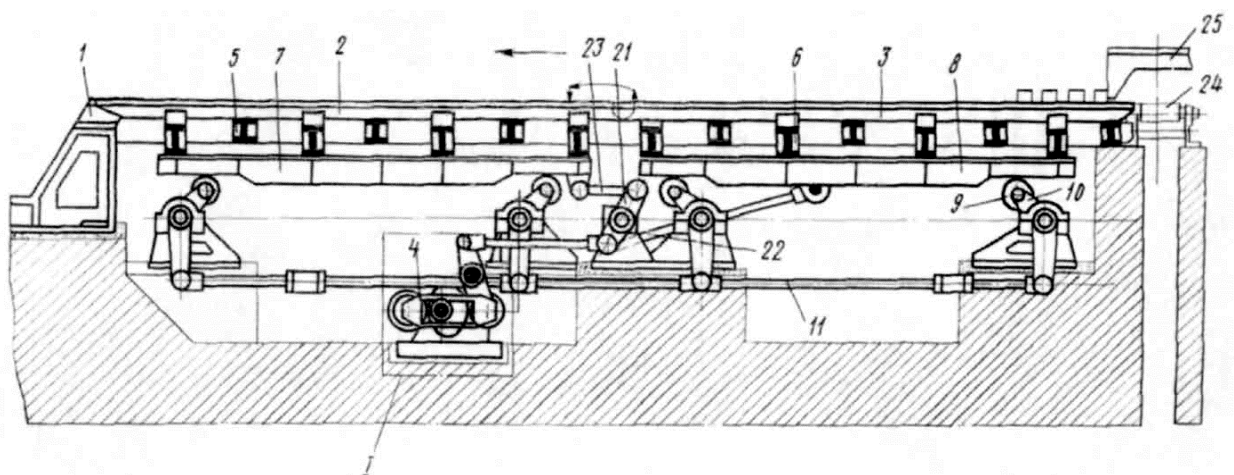


Рисунок 2.17 – Холодильник для прокату [8]

Холодильник для прокату містить нерухомі балки 1, що чергуються з ними послідовно розміщені взаємно урівноважені секції рухливих балок 2 і 3,

привод горизонтального переміщення 4 рухливих балок і кривошипно-шатунний привод їхнього переміщення по вертикалі (на кресленні не показаний).

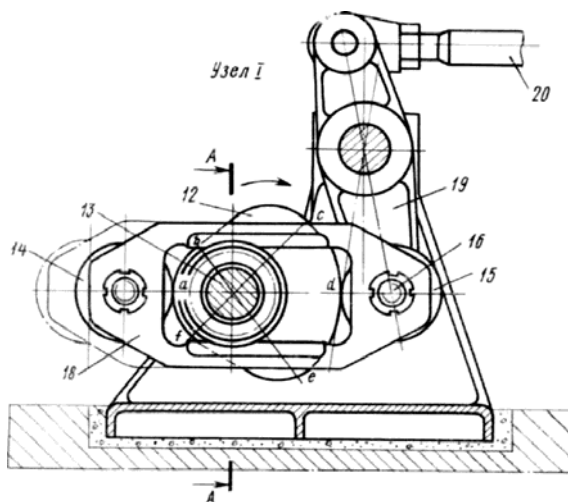


Рисунок 2.18 – Холодильник для прокату, вузол I [8]

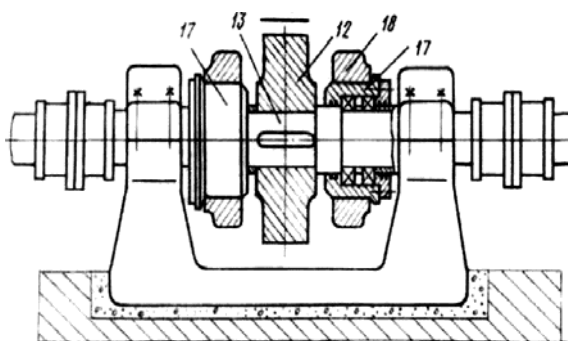


Рисунок 2.19 – Холодильник для прокату, розріз А-А [8]

Нерухомі балки спираються на поперечні траверси 5, закріплені на фундаменті. Секції рухливих балок 2 і 3 через поперечні траверси 6 спираються на подовжні балки 7 і 8, установлені на катках 9 поворотних важелів 10, зв'язаних між собою тягами 11, а також із шатунами кривошипно-шатунного приводу (на кресленні не показаний). Важелі 10, несущі різні секції рухливих балок, нахилені в протилежні сторони, завдяки чому обидві секції взаємно урівноважені.

Привод виконаний у виді кінематичного замкнутого кулачка 12, установленного на приводному валові 13 і взаємодіючого з двома діаметрально розташованими роликками 14 і 15, надягнутими на осі 16.

На приводному валові 13 по обидва боки кулачка розміщені катки 17 і траверси 18, взаємодіючи з ними своєю внутрішньою поверхнею. Траверси 18 надягнуті на осі 16 роликів і жорстко з'єднують них між собою. Ролик 15 змонтований на поворотному двоплечому важелі 19, з'єднаному тягами 20 через двоплечий важіль 21 і тяги 22 і 23 з обома секціями рухливих балок. Не зазначений на кресленні кривошипно-шатунний привод вертикального переміщення піднімальних секцій балок розташований співвісно з приводним валом 13, обертання якого здійснюється від двигуна, не зазначеного на кресленні.

У вихідному положенні опорні поверхні нерухомих балок 1 і секції рухливих балок 2 і 3 розташовані в одній площині.

Прокат, поступаючи по рольгангу 24, зупиняється проти поля холодильника і зіштовхується штовхальником 25 на нерухомі балки. Після повернення штанг штовхальника у вихідне положення дається команда на включення приводу холодильника. При обертанні кривошипного валу (на кресленні не зазначений) відбувається поворот важелів 10, несучих секції рухливих балок 2 і 3 у першу частину обороту секція 2 рухається нагору, а секція 3 - униз. Одночасно з кривошипним валом обертається і кулачок 12, установлений на приводному валові 13, зв'язаному муфтою з кривошипним валом. У першу частину обороту ролики 14 і 15 взаємодіють з циліндричними ділянками кулачка  $af$  і  $cd$ . Тому їхнє переміщення по горизонталі відсутнє. Двоплечий важіль 19 залишається нерухомим і, отже, рухливі балки також не мають переміщення по горизонталі. Відбувається тільки їхній рух по вертикалі від повороту важелів 10.

У наступну частину обороту ролики 14 і 15 взаємодіють із криволінійними ділянками кулачка  $fe$  і  $cb$ , при цьому вони зміщаються вліво - у положення, позначене на рисунку 2 штрих-пунктирними лініями. Важіль 19 повертається по годинній стрілці і, взаємодіючи із секціями рухливих балок, здійснює їхній рух по горизонталі, причому секція рухливих балок 2, знаходячись у піднятому положенні, здійснює транспортування прокату в напрямку, зазначеному на рисунку 1 стрілкою.

У цей час секція рухливих балок 3, знаходячись унизу рухається по горизонталі в зворотному напрямку. Закінчуючи першу половину обороту, секція рухливих балок 2 опускається, а секція 3 піднімається до рівня нерухомих балок.

У цей період ролики 14 і 15 знову взаємодіють з циліндричними ділянками кулачка 12: ed і ba (див. рисунок 2.18). Переміщення секцій рухливих балок 2 і 3 по горизонталі знову відсутній. Відбувається тільки переміщення секцій рухливих балок по вертикалі.

При повороті кривошипного і приводного 13 валів на  $180^\circ$  опорні поверхні рухливих балок обох секцій знову розташовуються в одній площині з опорними поверхнями нерухомих балок. У наступну половину обороту весь процес переміщення балок повторюється в зворотній послідовності. У цей період секція рухливих балок 3 піднімається над рівнем нерухомих балок і здійснює переміщення прокату.

## 2.2 Устаткування лінії стелажа-холодильника №1

Секція №1 стелажа-холодильника №1, (надалі "секція №1") встановлюється в ТЛЦ-2 за листоправильною машиною гарячого виправлення по ходу прокатування між підвідним і отвідним рольгангами. Секція №1 призначена для передачі розкату зі станового прольоту в район листоотделки з одночасним його охолодженням. Секція №1 може працювати разом із секцією №2 для передачі довгомірного розкату довжиною до 26 м.

Технічна характеристика холодильника представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика стелажа-холодильника №1

Найменування параметрів механізмів та вузлів	Норма
1. Розмір розкатів	
1.1 Товщина, мм	6...50
1.2 Ширина, мм	1600...2800
1.3 Довжина, м	7...26



Продовження таблиці 2.1

Найменування параметрів механізмів та вузлів	Норма
2. Найбільша маса розкату, т	7,5
3. Найбільша маса металу на секції №2 стелажа-холодильника №1, т	60
4. Кількість ниток несущих балок, шт	25
5. Механізм підйому балок. кіл. шт	2
5.1 Величина підйому балок, мм	100
5.2 Ексцентриситет ексцентрикових валів, мм	50
5.3 Час підйому, с	2,5
5.4 Загальне передаточне число редукторів, u	48,95
5.5 Електродвигун 4A280M8Y3. кіл. шт.	2
5.6 Потужність, кВт	75
5.7 Частота обертання вала, об/хв	740
5.8 Датчик кодовий CE 58-S-SSI. кіл. шт.	2
5.9 Командоапарат BSW 492-6L3-PA. кіл. шт.	2
6. Механізм переміщення балок. кіл. шт.	1
6.1 Найбільший хід балок, мм	1100
6.2 Швидкість переміщення балок, м/с	0,3...0,5
6.3 Передаточне число редуктора, U	95,76
6.4 Електродвигун 4A280S8Y3 кіл. шт.	2
6.5 Потужність, кВт	55
7.1 Підшипників ковзання опор механізму підйому - пластична централізована, тип змащення УНІОЛ-2 ГОСТ 23510-79. Кіл. точок.	40
7.2 Підшипників кочення ексцентрикових валів механізму під- йому - пластична закладна, тип змащення УНІОЛ-2 ГОСТ 23510-79. Кіл. точок.	40

Продовження таблиці 2.1

Найменування параметрів механізмів та вузлів	Норма
7.3 Підшипників ковзання опор механізму переміщення і опор проміжного валу - пластична централізована, тип змащення УНІОЛ-2 ГОСТ 23510-79. Кіл. точок.	8
7.4 Підшипників кочення роликів важелів механізму переміщення - пластична централізована, тип змащення УНІОЛ-2 ГОСТ 23510-79. Кіл. точок.	5
7.5 Втулок стяжок - пластична шприцюванням, тип змащення УНІОЛ-2 ГОСТ 23510-79. Кіл.точок.	15
7.6 Підшипників кочення тяги - пластична централізована, тип змащення УНІОЛ-2 ГОСТ 23510-79. Кіл. точок.	2
7.7 Муфт механізмів підйому, переміщення і проміжного валу - заливна, тип змащення - суміш: УНІОЛ-2 ГОСТ 23510-79 + 20% ПС-28 ГОСТ 12672-77	
7.7.1 Кількість муфт, шт	30
7.7.2 Обсяг суміші, що заливається, на одну муфту, л	18
7.8 Привод механізму підйому. Кіл. шт.	2
7.8.1 Редуктор Ц2-450-25. Кіл. шт.	1
7.8.1.1 Змащення зачеплень -рідка, зануренням, підшипників - рідка розбризуванням. Запропонований сорт масла, МС-20 ГОСТ 21743-76.	
7.8.1.2 Обсяг масла, що заливається, л	80
7.8.2.1 Змащення зачеплень - рідка, зануренням. Запропонований сорт масла - МС-20 ГОСТ 21743-76.	
7.8.2.2 Обсяг масла, що заливається, л	160
7.8.2.3 Змащення підшипників - пластична, закладна. Запропонований сорт змащення - УНІОЛ-2 ГОСТ 23510-79.	

## Продовження таблиці 2.1

Найменування параметрів механізмів та вузлів	Норма
7.8.3 Змащення зубчатих муфт - рідка, заливна. Запропонований сорт масла - МС-20 ГОСТ 21743-76.	
7.8.3.1 Обсяг масла, що заливається, л	0,5
7.9 Привод механізму переміщення	
7.9.1 Редуктор ЦЗ-630. Кіл. шт.	2
7.9.1.1 Обсяг масла, що заливається, л	0,2
7.9.1.2 Змащення зачеплень рідка, зануренням, підшипників - рідка розбризкуванням. Запропонований сорт масла - МС-20 ГОСТ 21743-76.	
7.9.2 Обсяг масла, що заливається, л	210
7.9.2.1 Змащення зубчатої муфти - рідка, заливна. Запропонований сорт масла - МС-20 ГОСТ 21743-76.	

### 2.3 Опис конструкції

Секція №1 є стаціонарним стелажем, що складається з решітчастих чавунних плит, із крокуючими балками, встановленими в проміжках між плитами. Крокуючі балки оснащені механізмами підйому і механізмом переміщення, установленими на опорних металокопструкціях стелажа-холодильника №1. Секція №1 складається з наступних основних складальних одиниць: стелажа-холодильника (рис. 2.20); приводів переміщення балок; механізму переміщення (рис. 2.21); приводів підйому балок (рис. 2.22); механізму підйому (рис. 2.23); балок у зборі; упорів у зборі; валу проміжного в зборі; важелів; захисту стійок механізму переміщення; захисту стійок механізму підйому.

Стелаж холодильника складається з решітчастих чавунних плит, що спираються на балки, що у свою чергу спираються на стійки, установлені на опорні металокопструкції. Балки і стійки є звареними металокопструкціями. Стелаж

холодильника служить для розміщення й охолодження розкатів. Балки в зборі є зварені металоконструкції, що встановлені в проміжках між решічастими плитами на ексцентрикових катках механізмів підйому і служать для підйому і переміщення розкатів на крок по стелажу холодильника.

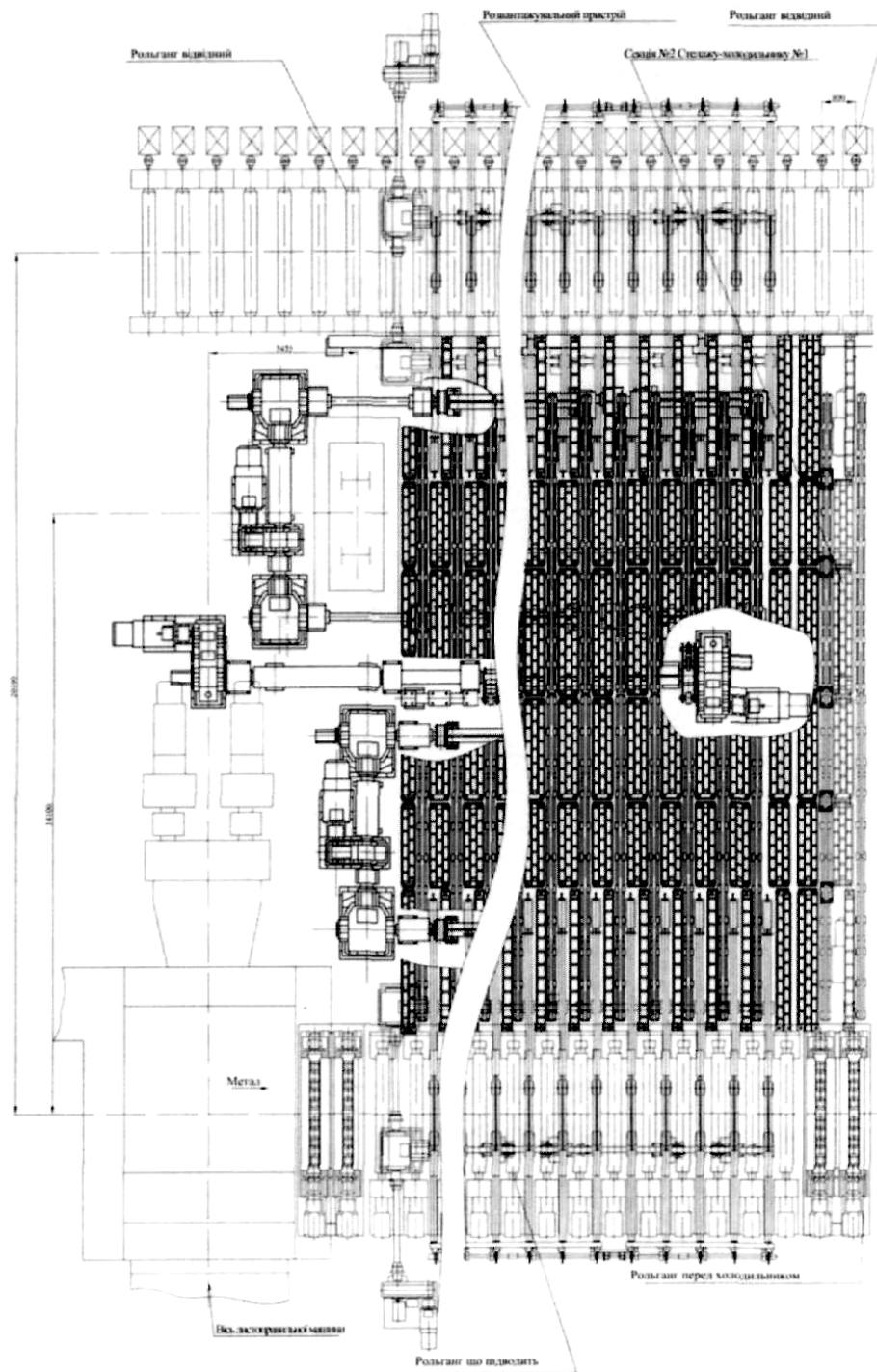


Рисунок 2.20 – Загальний вид стелажа-холодильника №1

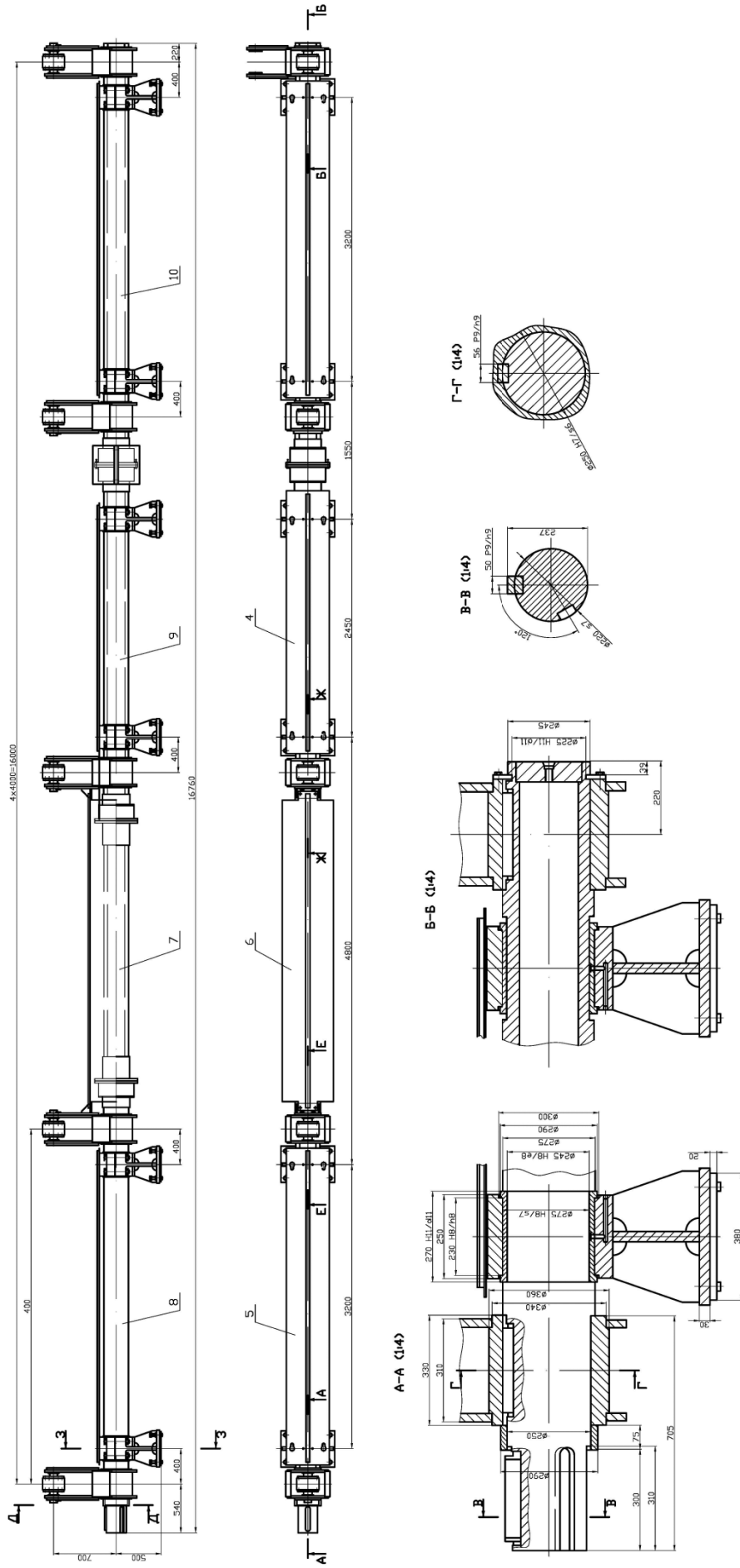


Рисунок 2.21 – Вузол механізму переміщення

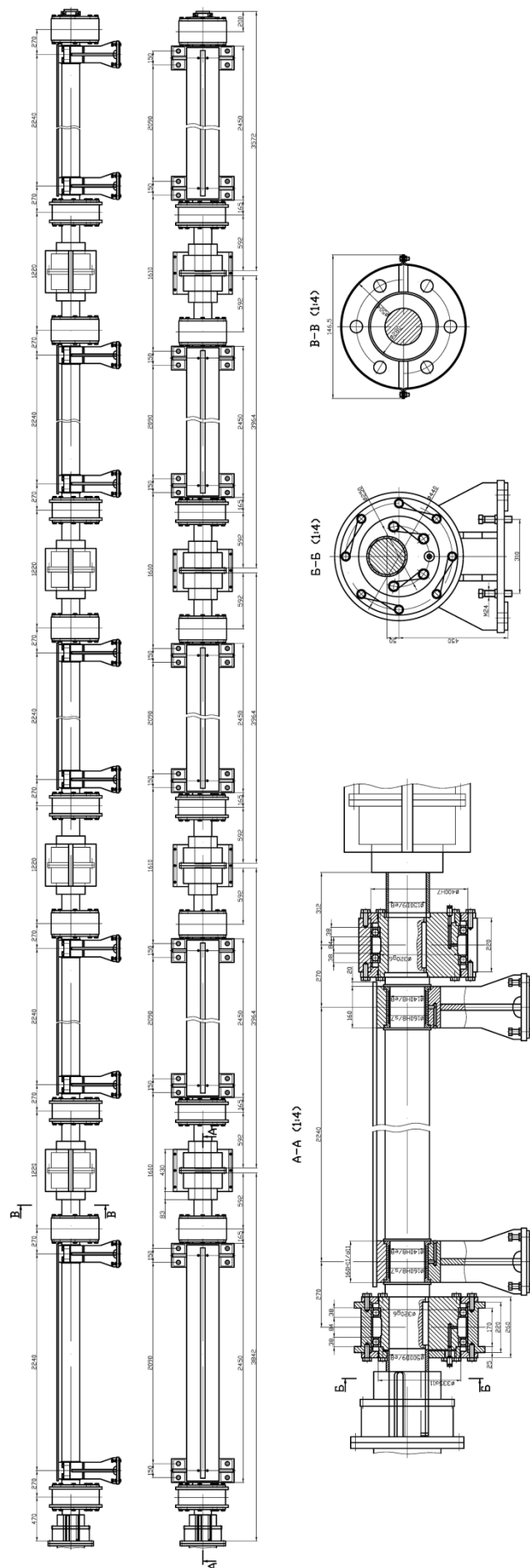


Рисунок 2.22 – Вузел механізму підйому

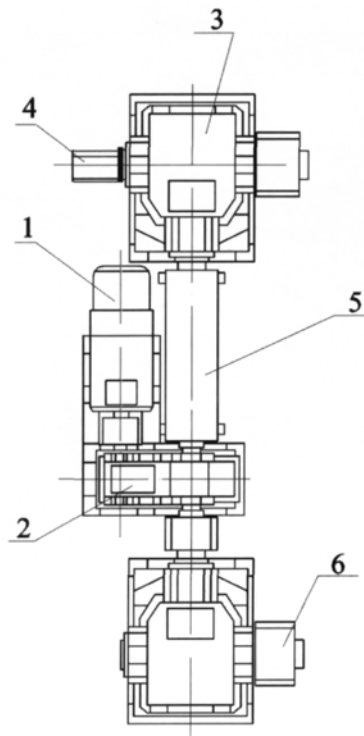


Рисунок 2.23 – Схема приводу механізму підйому (існуючого): 1 – електродвигун; 2 – циліндричний редуктор; 3 – конічний редуктор; 4 – командоапарат; 5 – промвал; 6 – муфта

Стяжки – зварені металоконструкції із шарнірними з'єднаннями по краях, за допомогою яких з'єднані балки в зборі. На стяжках мають ребра з установленими на них планками, що входять у зачеплення з роликами механізму переміщення.

Механізми підйому складаються з трьох двоопорних валів із установленими на них ексцентриковими катками і з'єднані між собою зубчатими муфтами. Механізми підйому призначені для підйому балок з розкатами над поверхнею решітчастих плит.

Приводи підйому балок складаються з циліндричного редуктора і двох конічних редукторів. Кожний із двох приводів підйому балок з'єднаний із двома механізмами підйому зубчатими муфтами і служить для повороту валів з ексцентриковими катками. Приводи підйому укомплектовані електродвигуном з убудованим гальмом, вентилятором і датчиком імпульсів, а також постачені установкою автоматики, що включає командоапарат і кодовий датчик. Датчик

імпульсів і установка автоматики дозволяють визначати положення балок по висоті в будь-який момент часу.

Механізм переміщення складається з двох двоопорних валів із установленими на них важелями з роликками, що входять у з'єднання зі стяжками. Механізм переміщення служить для переміщення балок у зборі в піднятому й опущеному положеннях.

Приводи переміщення балок служать для повороту валу механізму переміщення. Привод переміщення балок через вал проміжний у зборі з'єднаний з одним кінцем валу механізму переміщення зубчатими муфтами. На іншому кінці валу механізму переміщення встановлений двоплечий важіль, що з'єднаний тягою, із установленим на валові приводу переміщення балок.

Приводи переміщення укомплектовані електродвигуном з убудованим гальмом, вентилятором і датчиком імпульсів, а також постачені установкою автоматики, що включає командоапарат і кодовий датчик. Датчик імпульсів і установка автоматики дозволяють визначати положення балок по ходу переміщення в горизонтальному напрямку в будь-який момент.

Упор у зборі є звареною металоконструкцією, що встановлена на опорній металоконструкції і служить для обмеження ходу балок у зборі в крайніх положеннях. До складу секції №1 входить 10 упорів.

Захист стійок провала, захист стійок механізму переміщення, захист стійок механізму підйому є звареними металоконструкціями типу кожуха і призначені для захисту опор відповідних вузлів від прямого випромінювання з боку розкатів і від забруднення.

## **2.4 Порядок роботи секції №1**

Вихідне положення механізмів секції №1: балки опущені в крайнє нижнє положення і знаходяться в крайнім положенні з боку завантажувального пристрою №1.



В автоматичному режимі при передачі розкатів з охолодженням секція №1 працює в наступному порядку.

Завантажувальним пристроєм №1 розкат міститься на стелаж холодильника секції №1.

Включаються механізми підйому, при цьому балки піднімаються у верх на 100 мм, піднімаючи розкат над рівнем решітчастих плит на 60 мм.

Включаються механізми переміщення, при цьому балки з розкатом переміщуються убік розвантажувального пристрою №1 на крок 750...1100 мм (визначається технологічною інструкцією в залежності від ширини розкату).

Включаються механізми підйому, при цьому балки опускаються вниз на 100 мм, розкат міститься на стелаж холодильника, а балки опускаються нижче рівня решітчастих плит на 40 мм.

Включаються механізми переміщення, при цьому балки в опущеному положенні переміщуються у вихідне положення.

Цикл повторюється 2–3 рази в залежності від ширини розкату. Після цього завантажувальним пристроєм №1 на стелаж холодильника подається наступний розкат.

## **2.5 Розробка заходів проекту**

Недоліком даної конструкції стелажа-холодильника є наявність конічних редукторів у приводі механізму підйому, ресурс і надійність яких невелика в порівнянні з циліндричними редукторами.

У даному дипломному проекті пропонується зробити заміну групового приводу з конічними редукторами (див. рисунок 2.20, 2.23) на індивідуальний привод з циліндричними редукторами, і електричною синхронізацією (рисунок 2.24, 2.25). Це дозволить зменшити час, зв'язаний з ревізією і ремонтами конічних редукторів.

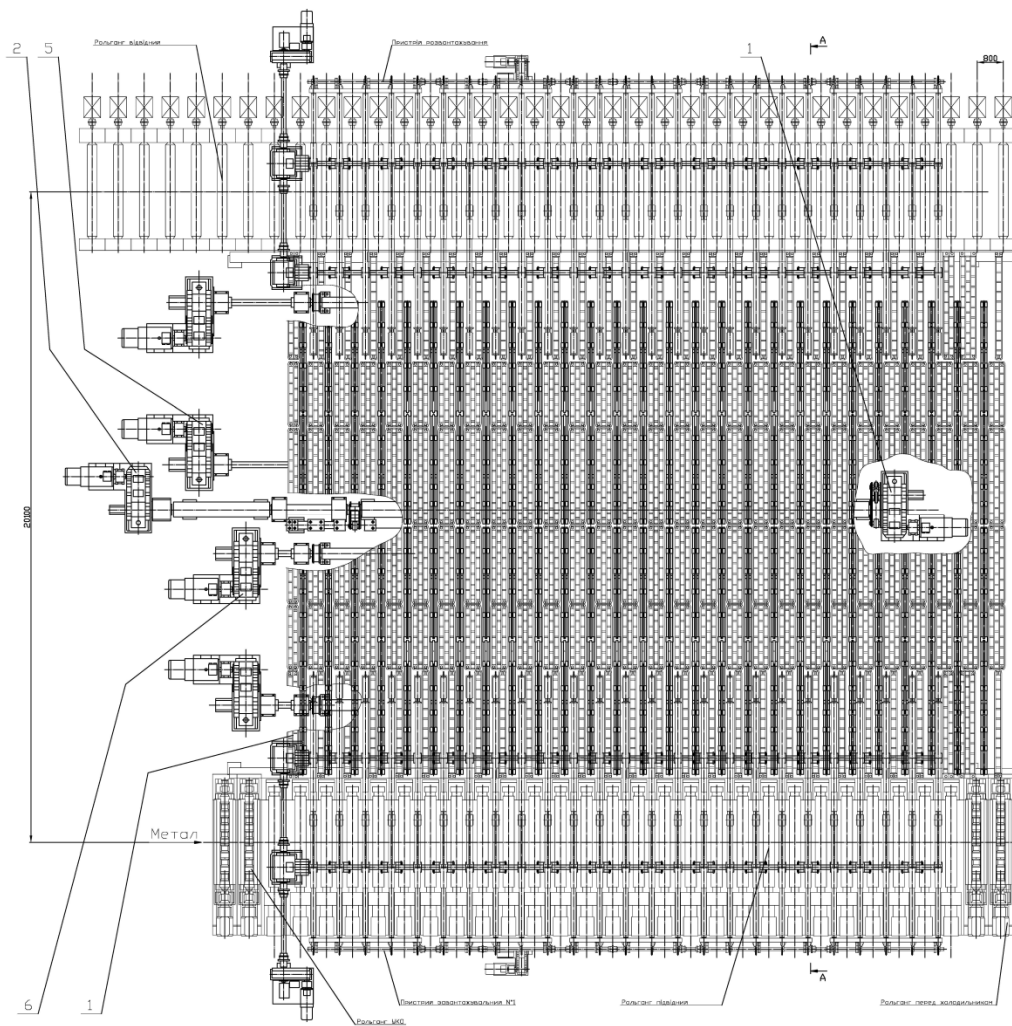


Рисунок 2.24 – Загальний вид стелажа-холодильника №1 (після модернізації)

## 2.6 Розрахунок вузлів і деталей стелажа-холодильника №1

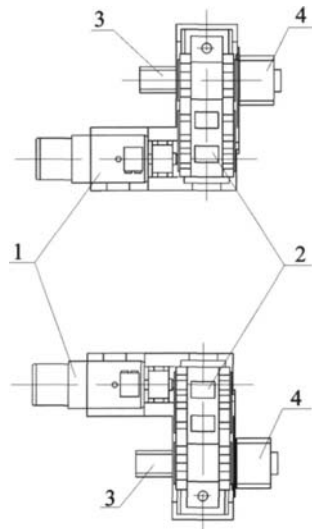
Вихідні дані:

Найбільша маса металу на секції  $m_m = 60$  т

Маса стелажа  $m_{cm} = 130$  т

Швидкість переміщення  $0,3...0,5$  м/с

Час підйому  $2,5$  с



1 – електродвигун; 2 – циліндричний редуктор; 3 – командоапарат; 4 – муфта.

Рисунок 2.25 – Індивідуальний привод з циліндричними редукторами (конструкція пропонується)

### 2.6.1 Розрахунок механізму переміщення

Вибір двигуна механізму переміщення

Визначаємо загальну вагу, яку необхідно переміщати:

$$G_{\Sigma} = G_m + G_{cm} = 588,6 + 1275,3 = 1863,9 \text{ кН}, \quad (2)$$

де  $G_m = m_m g = 60 \cdot 9,81 = 588,6 \text{ кН}$  – вага металу на секції;

$G_{cm} = m_{cm} g = 130 \cdot 9,81 = 1275,3 \text{ кН}$  – вага секції.

Розрахуємо зусилля необхідне для переміщення розкатів на холодильнику:

$$W = G_{\Sigma} \frac{fd + 2 \cdot \mu}{D_{кат}} = 1863,9 \frac{0,005 \cdot 0,35 + 2 \cdot 0,0015}{0,5} = 24,4 \text{ кН}; \quad (3)$$

де  $f = 0,005$  – коефіцієнт тертя;

$d = 0,35 \text{ м}$  – діаметр тертя у підшипників катків;

$\mu = 0,0015$  – коефіцієнт тертя катків;

$D_{кат} = 0,5 \text{ м}$  – діаметр катка.

Визначаємо необхідну потужність електродвигуна:

$$P = \frac{W \cdot V \cdot k}{\eta} = \frac{24,4 \cdot 0,5 \cdot 2}{0,55} = 44 \text{ кВт}; \quad (4)$$

де  $V = 0,5$  м/с – швидкість переміщення;

$k = 1,3 \dots 2$  – коефіцієнт перевантаження приводу, приймаємо  $k = 2$ , тому що у випадку виходу з ладу одного з електродвигунів роботу повинний продовжити один двигун;

$\eta = 0,55$  – коефіцієнт корисної дії важільного механізму і приводу.

Вибираємо два електродвигуни типу 4A280S8Y3 із наступними характеристиками:

Потужність 55кВт

Частота обертання валу  $740 \text{ хв}^{-1}$ .

### 2.6.2 Розрахунок підшипників

Розрахуємо довговічність підшипників катков важелів (рис. 2.26) механізму переміщення балок, що безпосередньо переміщують стелаж з металом. Розрахунок ведемо по статичній вантажопідйомності [9-11], тому що число оборотів не перевищує  $1 \text{ хв}^{-1}$ . Опора катка виконана на шариковому підшипнику типу 316 (рис. 2.27) з наступними характеристиками:  $d = 80$  мм;  $D = 170$  мм;  $C = 96,5$  кН;  $C_0 = 81,7$  кН.

Визначаємо зусилля діюче на один підшипник:

$$P = \frac{W}{n \cdot z \cdot k'} = \frac{24,4}{5 \cdot 2 \cdot 0,1} = 24,4 \text{ кН}; \quad (5)$$

де  $n = 5$  – загальна кількість важелів;

$z = 2$  – кількість підшипників в кожному катку важеля;

$k'$  – приведений коефіцієнт тертя, що враховує додаткове тертя в підшипниках катків і тертя кочення катка по направляючої  $k' = 0,1$ .

Визначаємо розрахункове статичне навантаження:

$$C_0 = P \cdot f_c = 24,4 \cdot 1,3 = 31,7 \text{ кН} \leq [C_0] = 81,7 \text{ кН}; \quad (6)$$

де  $f_c$  – коефіцієнт надійності; що задовольняє умовам навантаження.

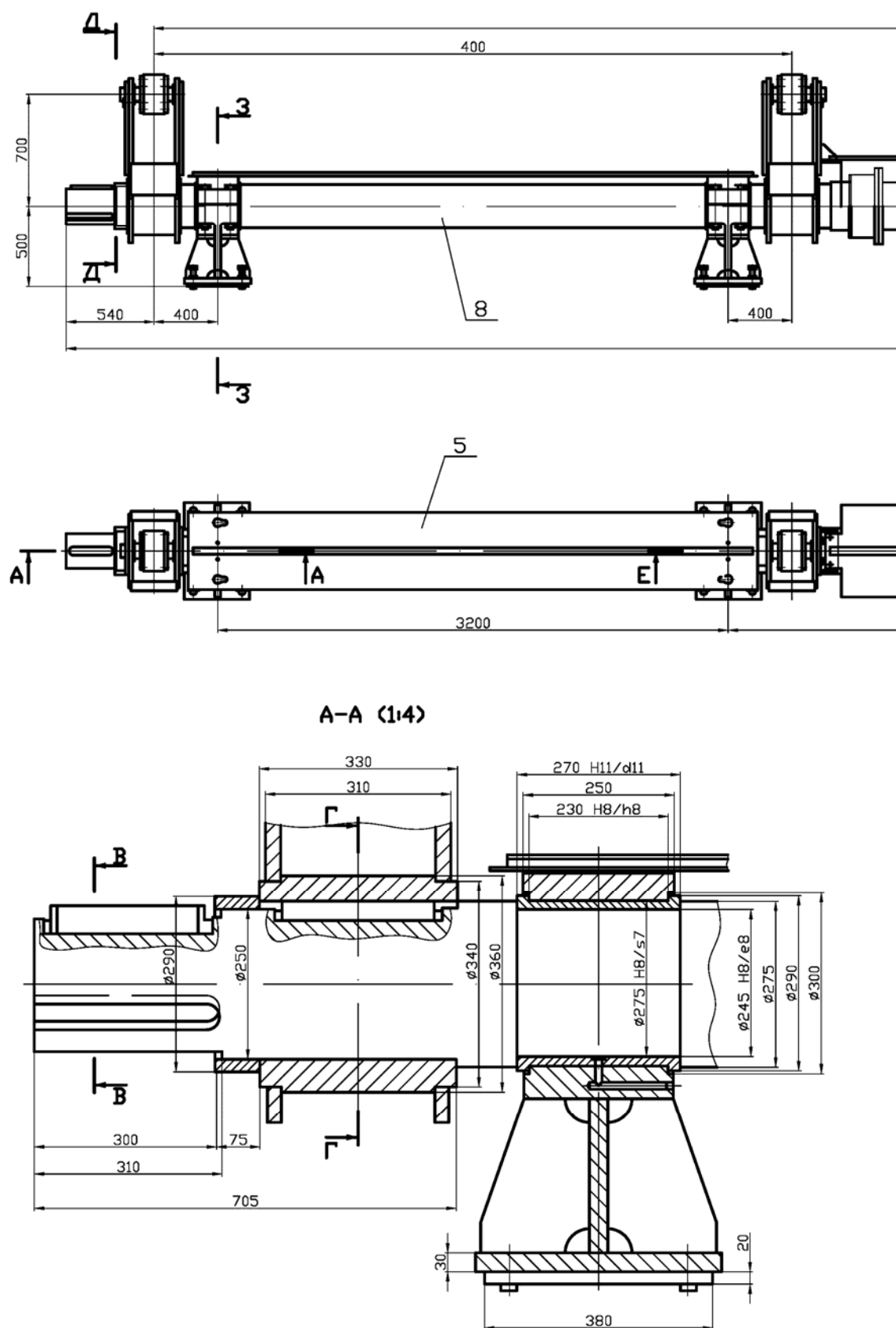


Рисунок 2.26 – Вузол важелів ( $l = 700$  мм) механізму переміщення

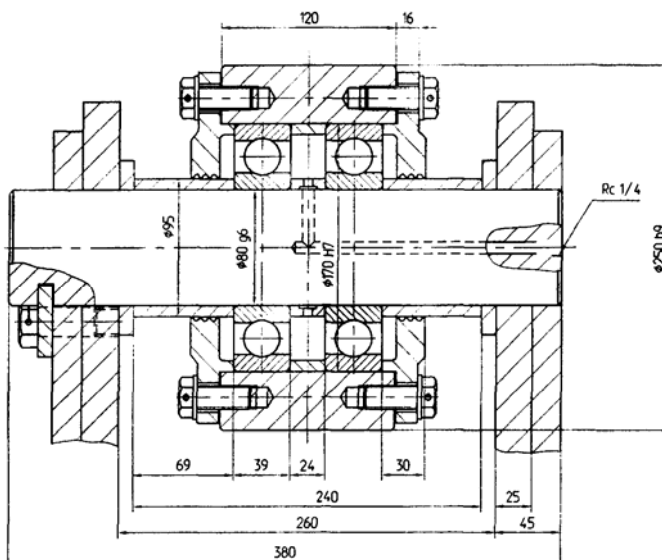


Рисунок 2.27 – Вузол підшипників катка важеля механізму переміщення

Розрахуємо підшипник шарніра приводного кривошипа (рис. 2.28). Розрахунок ведемо по статичній вантажопідйомності [9-11], тому що число оборотів не перевищує  $1 \text{ хв}^{-1}$ .

Вибираємо роликові дворядні підшипники типу 3520 з наступними характеристиками:  $d = 100 \text{ мм}$ ;  $D = 210 \text{ мм}$ ;  $C = 184 \text{ кН}$ ;  $C_0 = 216 \text{ кН}$ .

Номінальний момент електродвигуна:

$$M_H = \frac{N_{\partial\partial}}{w_{\partial\partial}} = \frac{55}{77,5} = 0,71 \text{ кНм}; \quad (7)$$

де  $N_{\partial\partial} = 55 \text{ кВт}$  – потужність електродвигуна приводу механізму переміщення балок;

$n_{\partial\partial} = 740 \text{ хв}^{-1}$  – частота оборотів двигуна;

$w_{\partial\partial}$  – кутова швидкість електродвигуна.

$$w_{\partial\partial} = \frac{\pi \cdot n_{\partial\partial}}{30} = \frac{3,14 \cdot 740}{30} = 77,5 \text{ кНм}. \quad (8)$$

Визначаємо момент на приводному кривошипі редуктора:

$$M_K = M_H \cdot i = 0,71 \cdot 95,76 = 68 \text{ кНм}; \quad (9)$$

де  $i = 95,76$  – передатне відношення триступінчастого циліндричного редуктора.

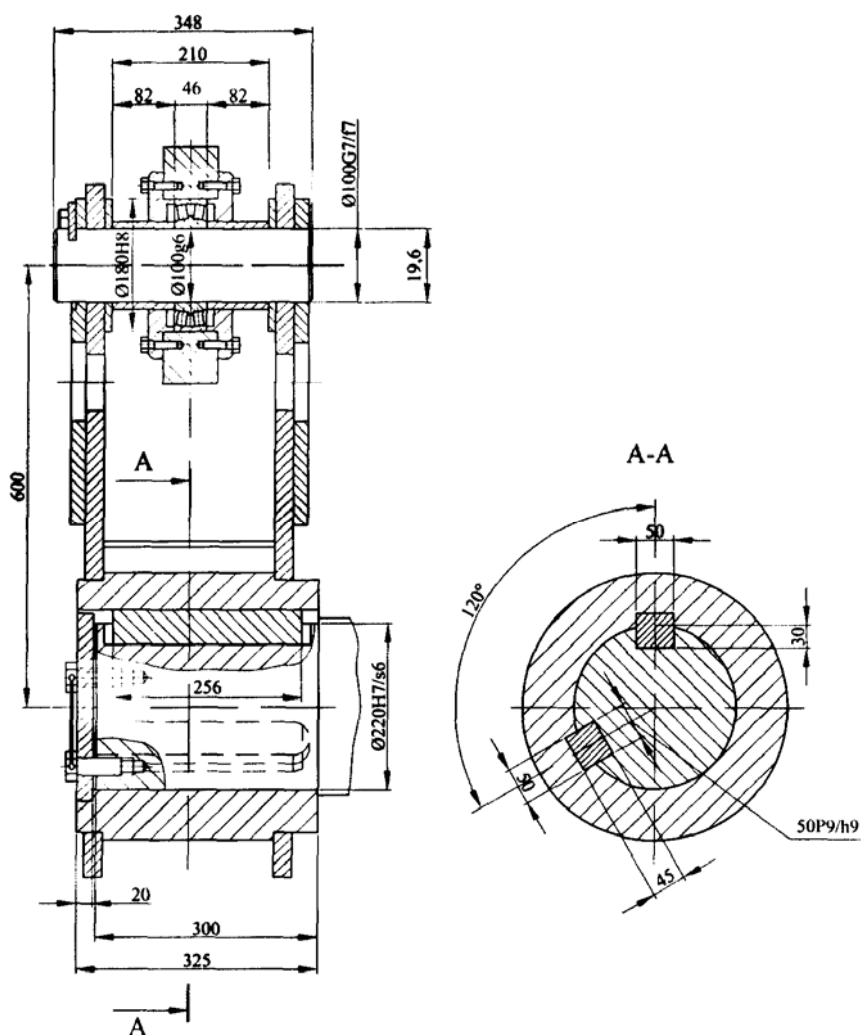


Рисунок 2.28 – Приводний кривошип механізму переміщення

Максимальне зусилля на кривошипі:

$$P = \frac{M_K}{l} = \frac{68}{0,6} = 113 \text{ кН}; \quad (10)$$

де  $l = 600$  мм – довжина приводного кривошипа (рис. 2.28).

Визначаємо розрахункове статичне навантаження на підшипник:

$$C_0 = P \cdot f_c = 113 \cdot 1,3 = 147 \text{ кН} \leq [C_0] = 216 \text{ кН} \quad (11)$$

що задовольняє умовам навантаження.

### 2.6.3 Розрахунок шпонок

Оскільки шпонкове з'єднання стандартизоване і їх розміри вибирають у залежності від діаметра валу за відповідними стандартами, розрахунок шпонок виконують як перевірочний.

Перевіримо на міцність з'єднання шпонки на вхідному валу редуктора під кривошипом. У з'єднанні діє крутний момент  $M_k$ , що передається від валу редуктора до маточини важеля, за допомогою взаємодії бічних вузьких граней двох шпонок (рис. 2.28, розріз А-А) з бічними стінками пазів на валу й у маточині. Навантажені поверхні мнуться і при незначних мікропереміщеннях спрацьовуються.

Основним розрахунком з'єднання призматичною шпонкою є розрахунок за умови обмеження напружень зминання [9-11]:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A_{зм}} \leq [\sigma]_{зм}, \quad (12)$$

де  $F$  – сила, що діє на навантажені поверхні;

$A_{зм}$  – площа поверхні зминання.

Для даного з'єднання маємо приблизно:

– сила

$$F = \frac{0,5 \cdot M_k}{(d/2)}, \quad (13)$$

– площа

$$A_{зм} = (h - t_1) l_0, \quad (14)$$

де  $l_0$  – робоча довжина призматичної шпонки.

Таким чином, умова міцності з'єднання шпонки записується у виді:

$$\sigma_{зм} = \frac{M_k}{d \cdot l_0 (h - t_1)} \leq [\sigma]_{зм}. \quad (15)$$

У приведеній вище формулі закладена площа навантаженого контакту шпонки з бічною стінкою паза в маточині. Під дією зминання знаходиться також поверхня навантаженого контакту шпонки з бічною стінкою паза на валу.



Оскільки в стандартному з'єднанні шпонки площа цієї поверхні більше, розрахунок варто виконувати саме по обмеженню напруги зминання на поверхні контакту шпонки з бічною стінкою паза в маточині .

Допустимі напруження  $[\sigma]_{зм}$  для ненапружених з'єднань шпонок залежать від режиму навантаження з'єднання, міцності матеріалу валу і втулки, виду посадки на вал.

Для нерухомих з'єднань беруть:

- при перехідних посадках втулки на вал  $[\sigma]_{зм} = (100 \dots 200)$  МПа (втулка зі сталі) і  $[\sigma]_{зм} = (70 \dots 80)$  МПа (втулка з чавуну);
- при посадках з гарантованим натягом  $[\sigma]_{зм} = (160 \dots 180)$  МПа (втулка зі сталі) і  $[\sigma]_{зм} = (110 \dots 130)$  МПа (втулка з чавуну).

Приймаємо дві шпонки зі сталі з допустимим напруженням  $[\sigma]_{зм} = 120$  МПа. Діаметр валу  $d = 220$  мм; робоча довжина найменшої з двох шпонок –  $l_0 = 256$  мм (рис. 2.28); висота шпонки –  $h = 45$  мм; глибина розточування  $t_1 = 30$  мм.

Напруга зминання складе:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot \frac{68 \cdot 10^6}{2}}{220 \cdot 256 \cdot (45 - 30)} = 80,49 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{зм} = 120 \text{ МПа} \quad (16)$$

Умова міцності виконана.

#### 2.6.4 Розрахунок механізму підйому

Розрахунок потужності електродвигуна

Визначаємо момент на ексцентриковому валу (рис. 2.29):

$$M_{кр} = \frac{G_{\Sigma}}{n} \cdot e = \frac{1863,9}{4} \cdot 0,05 = 23,3 \text{ кНм}; \quad (17)$$

де  $G_{\Sigma} = 1863,9$  кН – загальна вага, що піднімається механізмом;

$n = 4$  – кількість ексцентрикових валів;

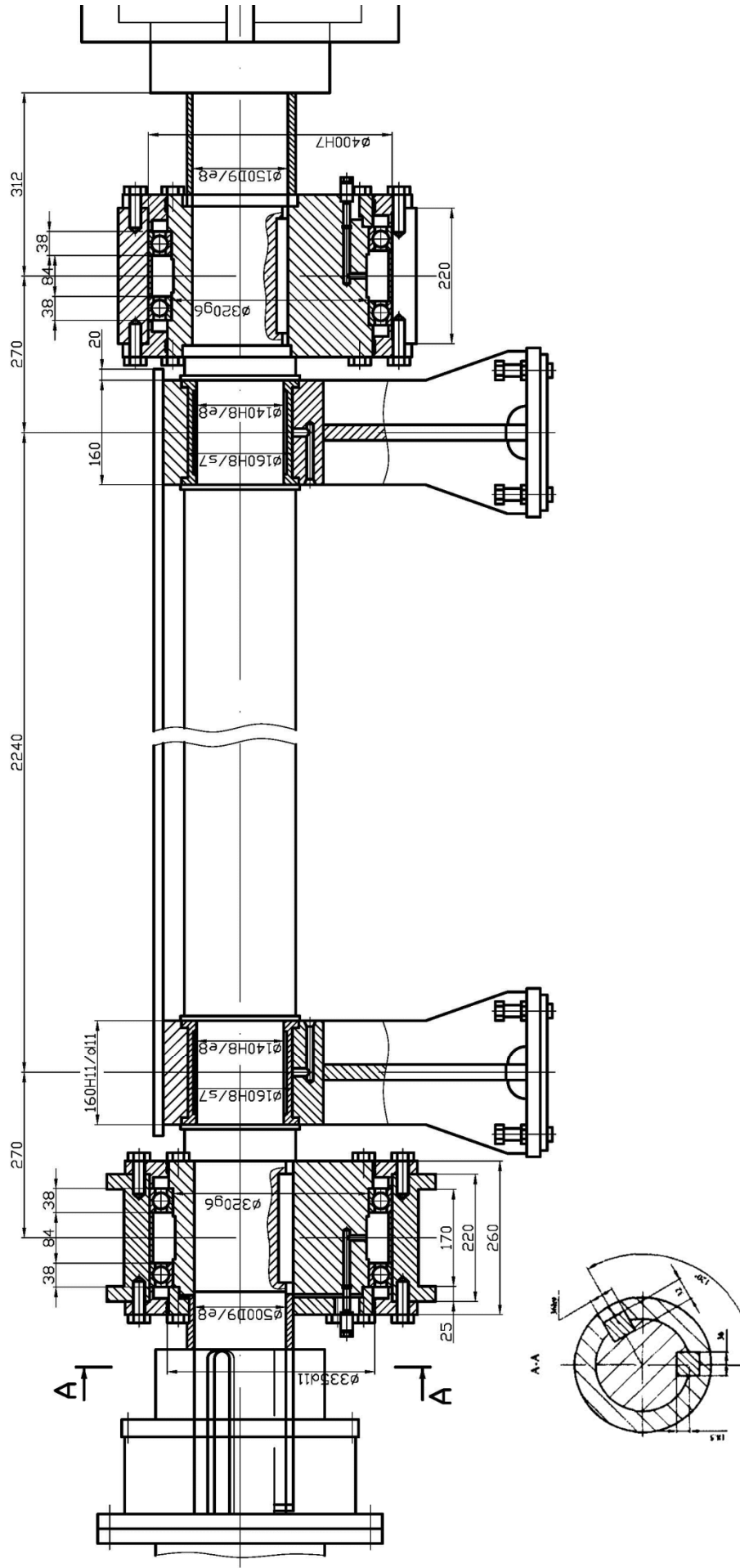


Рисунок 2.29 – Вузол ексцентрикового валу механізму підйому

$e = 0,05$  м – ексцентриситет ексцентрикових валів.

Визначаємо необхідну сумарну потужність електродвигунів:

$$N = \frac{n \cdot M_{кр} \cdot w}{\eta} = \frac{4 \cdot 23,3 \cdot 1,256}{0,84} = 139 \text{ кВт}; \quad (18)$$

де  $w = 1,256 \text{ с}^{-1}$  – кутова швидкість валу, частота обертання;

$n = 12 \text{ хв}^{-1}$ , що співпадає з часом підйому балок  $t = 2,5 \text{ с}$ ;

$\eta = 0,96 \cdot 0,88 = 0,84$  – коефіцієнт корисної дії механізму до складу якого входить одноступінчастий розподільний циліндричний редуктор з ккд 0,96 і одноступінчастий конічний редуктор з ккд 0,88.

Визначаємо необхідну потужність групового приводу для приводу двох ексцентрикових валів від одного двигуна:

$$N_{дв} = \frac{N}{2} = \frac{139}{2} = 69,5 \text{ кВт}; \quad (19)$$

Приймаємо електродвигун типу 4А280М8У3 з наступними характеристиками:

Потужність 75 кВт

Частота обертання валу  $740 \text{ хв}^{-1}$

Кількість 2 шт.

При розробці проекту була проведена заміна приводу з конічними редукторами на індивідуальний привод з циліндричними редукторами, визначаємо потужність двигуна для цього випадку.

$$N = \frac{n \cdot M_{кр} \cdot w}{\eta} = \frac{4 \cdot 23,3 \cdot 1,256}{0,93} = 125 \text{ кВт}; \quad (20)$$

де  $w = 1,256 \text{ с}^{-1}$  – кутова швидкість валу, частота обертання;

$n = 12 \text{ хв}^{-1}$ , що співпадає з часом підйому балок  $t = 2,5 \text{ с}$ ;

$\eta = 0,93$  – коефіцієнт корисної дії механізму в новому компонуванні (одноступінчастий розподільний циліндричний редуктор відсутній, а є лише триступінчастий циліндричний редуктор).

Визначаємо необхідну потужність електродвигуна індивідуального типу приводу для приводу одного ексцентрикового вала:

$$N_{\partial\theta} = \frac{N}{4} = \frac{125}{4} = 31,5 \text{ кВт}. \quad (21)$$

Приймаємо електродвигун типу МТН 512-8 з наступними характеристиками:

Потужність 31 кВт

Частота обертання вала  $715 \text{ хв}^{-1}$

Кількість 4 шт.

Вибір редуктора механізму підйому

Визначаємо необхідне загальне передаточне відношення:

$$i = \frac{n_{\partial\theta}}{n_{\text{в.к.}}} = \frac{715}{12} \approx 59,58; \quad (22)$$

де  $n_{\partial\theta} = 715 \text{ хв}^{-1}$  – частота обертання валу електродвигуна;

$n_{\text{в.к.}} = 12 \text{ хв}^{-1}$  – частота обертання валу з ексцентриками.

Приймаємо редуктор триступінчастий циліндричний ЦТШ-1100м-55,5-11 із загальним передаточним числом  $i = 55,5$ .

Таким чином, сумарна потужність чотирьох електродвигунів складе:

$$N_{\Sigma} = 4 \cdot 31 = 124 \text{ кВт}, \quad (23)$$

що на 26 кВт (20%) менше ніж у діючого компонування приводу.

### 2.6.5 Розрахунок валу на міцність

Визначимо крутний момент, для валу механізму переміщення

$$M = P \cdot R = 24,4 \cdot 0,6 = 14,64 \text{ кН}\cdot\text{м}, \quad (24)$$

де  $P = 24,4 \text{ кН}$  – зусилля необхідне для переміщення розкатів на холодильнику;

$R = 0,6 \text{ м}$  – радіус кривошипа.

Момент опору крученню:

$$W = 0,2d^3 = 0,2 \cdot 280^3 = 4,4 \cdot 10^6 \text{ мм}^3, \quad (25)$$

де  $d = 280 \text{ мм}$  – діаметр валу.

Визначимо напругу кручення:

$$\tau \leq \frac{M}{W} = \frac{14,64 \cdot 10^3}{4,4 \cdot 10^6} \cdot 1,7 = 5,65 \text{ МПа}; \quad (26)$$

де  $M = 14,64 \cdot 10^3$  Н·м – крутний момент, на валу.

При гранично допустимому напруженні 110 МПа умова міцності валу забезпечена.

## **РОЗДІЛ 3 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ**

### **3.1 Монтаж стелажа-холодильника №1**

Розвиток прокатного виробництва йде в напрямку підвищення ступеня безперервності технологічних процесів, збільшення навантажень, швидкостей і точності прокатки, що обумовлює більш широке застосування безперервних станів, насичених великою кількістю механічного, електричного, гідравлічного, змащувального й електронного устаткування.

Сучасні прокатні стани являють собою агрегати великої довжини, що досягає 1000 м і більш. Усе це висуває підвищені вимоги до точності і якості монтажу прокатного устаткування, тому що від цього в значній мірі залежить якість продукції, що випускається, і надійність устаткування в експлуатації. Монтаж технологічного устаткування прокатних цехів зв'язаний з виконанням великого обсягу механомонтажних робіт [12].

У залежності від точності встановлення на фундамент прокатне устаткування поділяється на три групи: до першої групи відносяться машини і вузли, що встановлюються в технологічній лінії, пов'язані загальним технологічним процесом і потребують високої точності встановлення для забезпечення нормальної їхньої роботи. До другої групи відносяться машини, що встановлюються в лінії, пов'язані загальним технологічним процесом, але допускають меншу точність встановлення. До третьої групи належить устаткування, що не має приводів і встановлюється у відповідних місцях прокатного стану. Стелажа-холодильника №1 відноситься до другої монтажної групи [12].

Монтаж починаємо з установки підшипникових опор на фундамент. Всі вони встановлюються на одній висоті і перевіряються на співвісність між собою та загальну.

Підшипники ковзання монтуємо у два етапи: на першому вкладиші приганяють до корпусів, а на другому – к шейкам валів. Роботу першого етапу ви-

конують так: на  $1\text{ см}^2$  контактної поверхні допускається один-два п'яна, а величина зазору між буртом та корпусом  $0,1 \dots 0,8$  мм. Після пригону вкладишів бокові зазори виміряють щупами в площині роз'єму при знятої кришці, а верхні – за допомогою вузьких свинцевих пластин, звитих у трубку. Пластини укладають у декількох місцях шийки валу й обжимають кришками. Заключна операція монтажу вкладишів - виконання канавок і порожнин, через які підводиться змащення. Канавки нарізають паралельно утворюючого вкладиша, коли змащення підводять у ненавантажену зону.

Якість монтажу підшипників ковзання оцінюють під час обкатування машин по температурі нагрівання, що не повинна перевищувати  $60 \dots 70^\circ\text{C}$ .

Встановлюємо всі вузли у підшипникові опори та закриваємо кришкою. Так як інші вузли механізмів підйому та переміщення схожі, то їх монтаж виконується аналогічно.

Напівмуфти встановлюють на циліндричні кінці валів, їх насаджують по посадці з натягом. Для запобігання провертання напівмуфти на валу використовуємо призматичні шпонки. При монтажі шпонок слід виконувати дві основні вимоги:

- фактичний питомий тиск на робочих гранях не повинен перевищувати допустимих значень;
- між не робочими гранями шпонок і відповідними поверхнями пазів повинні бути витримані необхідні зазори.

Якість пригонки шпонок перевіряємо за допомогою щупа. Загальна площа плям фактичних контактів повинна складати не менш 80% площі робочих граней.

Монтуємо редуктор на спеціальній рамі з вивіркою по висоті і вивіркою вихідного валу редуктора з приводними валами механізму переміщення та механізму підйому. Наступною операцією у монтажі стелажа-холодильника №1 буде центрування валів.

Під центруванням валів розуміється вивірка координат одного валу щодо іншого, прийнятого за базовий. За базовий приймаємо відомий вал механізму

підйому (переміщення). Центрування виконуємо наступним чином: лінійку 1 укладають на базовий вал (рис. 3.1). Плоским щупом 2 вимірюють зазори між валами в радіальному напрямку, а клиновим щупом 3 - в осьовому. Такі виміри роблять у чотирьох місцях, що лежать на двох взаємно перпендикулярних діаметрах. Різниця між осьовими зазорами, що лежать на одному діаметрі, характеризує паралельність валів, а різниця між радіальними зазорами - їхня співвісність.

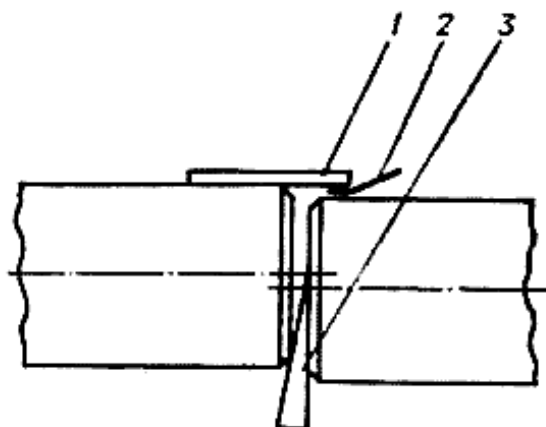


Рисунок 3.1 – Центрування валів [12]

Після центрування валів встановлюємо напівмуфти методом який описаний вище. Потім закріплюємо редуктор і робимо обкатку.

Потім монтуємо електродвигун з наступною вивіркою по висоті і на співвісність швидкохідного валу і валу електродвигуна.

Встановлюємо і зварюємо елементи рами згідно з кресленням. Встановлюємо і попередньо закріплюємо плитовини. Вивіряємо їх на площинність та остаточно закріплюємо.

### 3.2 Перелік регламентних робіт і їхня періодичність

Перевіряти затягування основних болтових з'єднань:

- опори механізму підйому - фундамент і опорні металоконструкції;
- опори механізму переміщення - опорні металоконструкції;



- опори валу проміжного в зборі - фундамент;
- стійки стелажа холодильника - фундамент і опорні металоконструкції;
- рами - балки балок у зборі;
- редуктори, електродвигун - рама приводу підйому;
- редуктор, електродвигун - рама приводу переміщення.

При необхідності виконати додаткове затягування болтів. Періодичність перевірки - 1 раз у 6 місяців.

Періодичність перевірки інших болтових з'єднань - 1 раз у рік.

Контролювати точність зупинки балок секції №2 і секції №1 при переміщенні, при їхній спільній роботі. Точність зупинки при переміщенні балок обох секцій повинна складати  $\pm 2$  мм (при максимальному ході 1100 мм). При необхідності відрегулювати командоапарати приводів автоматики. Періодичність контролю - 1 раз у тиждень.

Контролювати висоту підйому балок секції №1. Висота підйому балок повинна складати 100 мм  $\pm 1$  мм. При необхідності відрегулювати командоапарати приводів автоматики. Періодичність контролю - 1 раз у тиждень.

Перевіряти стан вкладишів опор механізмів підйому і механізму переміщення. Задирки і подряпини не допускаються. Періодичність перевірки - 1 раз у 6 місяців.

Робити зміну масла в редукторах механізмів підйому і переміщення балок. Течі масла через ущільнення редукторів не допускаються. Періодичність зміни масла - 1 раз у 6 місяців.

Робити зміну масла в зубчатих муфтах механізмів підйому і переміщення балок. Течі масла через ущільнення муфт неприпустимо. Періодичність зміни масла - 1 раз у 6 місяців.

Робити зміну змащення в підшипникових вузлах ексцентрикових катков механізмів підйому. Періодичність заміни змащення - 1 раз у рік.

Всі дані, щодо змащення механізмів стелажа-холодильника №1 наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Карта змащення стелажа-холодильника №1

Найменування	Спосіб подавання	Періодичність подачі масла	Кількість точок змащення	Загальна кількість масла	Масильні матеріали
1	2	3	4	5	6
Механізм підйому					
Підшипники ковзання опор	Пластична централізована	Один цикл кожні 20 хв. роботи	40	540 г/ч	Проктол
Підшипники кочення ексцентрикових валів	Пластична закладна	Не менш чим 1 раз у 6 місяців	40		
Редуктор РЦТ-1250	Рідка заливна	Не менш чим 1 раз у 6 місяців	2	160 л	Масло МС-20 ГОСТ 21743-76
Підшипники кочення редуктора	Пластична закладна	1 раз у 6 місяців	4	2 кг	Проктол
Зубчаті муфти приводу підйому	Рідка заливна	Не менш чим 1 раз у 6 місяців	8	4л	Масло МС-20 ГОСТ 21743-76
Механізм переміщення					
Підшипники ковзання опор механізму переміщення й опор проміжного вала	Пластична централізована	Один цикл кожні 20 хв. роботи	8	108 г/ч	Проктол

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
Привод підйому балок					
Підшипники ко- чення роликів ва- желів	Пластична централізо- вана	Один цикл кожні 20 хв. роботи	5	68 г/ч	Проктол
Втулки стяжок	Пластична шприцю- ванням	1 раз у 2 мі- сяців	15	1,5кг	Проктол
Привод переміщення балок					
Редуктор ЦЗ- 630	Рідка заливна	Не менш чим раз у 6 міс.	2	420 л	Змащення МС-20 ГОСТ 21743-76
Муфта зубчата приводу перемі- щення балок	Рідка заливна	Не менш чим 1 раз у 6 місяців	2	0,2 л	Змащення МС-20 ГОСТ 21743-76
Муфти механізму підйому, перемі- щення і проміжно- го вала	Рідка заливна	Не менш чим 1 раз у 6 місяців	30	480 л	Проктол
Підшипники ко- чення тяги	Пластична централізо- вана	Один цикл кожні 20 хв. роботи	2	27 г/ч	Проктол

### 3.3 Змащування деталей і вузлів стелажа-холодильника №1

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

Змащення поверхонь, що труться, необхідне для зменшення сил тертя і втрат енергії, зменшення зносу і нагрівання деталей, надання дії, що демпфірує, а також для захисту від корозії.

Основною функцією мастильних матеріалів є зменшення опору тертю і підвищення зносостійкості тертьових поверхонь деталей. Крім того, вони відводять тепло від вузлів тертя і захищають поверхні, що змащуються, від корозії.

Усі мастильні матеріали поділяють на рідкі (мінеральні і рослинні масла), густі (консистентні змащення чи мазі і тваринні жири) і водяні (емульсійні) змащення.

Рослинні масла і тваринні жири, володіючи гарними мастильними властивостями і здатністю протистояти високим тискам, дорожчі, зв'язані зі споживанням дефіцитної харчової сировини, недостатньо стабільні і містять кислоти, що викликають корозію металу.

Вузли тертя працюють у тяжких умовах, викликаних великими навантаженнями, підвищеними температурами і вологістю, забрудненням абразивними частками з навколишнього середовища. Тому до застосовуваних мастильних матеріалів висувають підвищені вимоги:

Для мінеральних масел:

- забезпечення мінімального зносу і мінімальних утрат на тертя при роботі вузлів тертя;
- ефективний відвід тепла від вузлів тертя;
- гарна рідкотекучість;
- висока опірність до окислювання;
- хімічна нейтральність;

- здатність легко відокремлюватися від води без утворення з водою стійких не расслоювальнихся емульсій підвищеної вологості;
- економічна вигідність застосування.

Для пластичних змащень:

- забезпечення мінімального зносу і мінімальних утрат на тертя при роботі вузлів тертя, що змащуються;
- оптимальна в'язкість для прокачування по мезепроводам;
- здатність не піддаватися розкладанню при тиску до 20 МПа;
- економічна вигідність застосування.

## РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 4.1 Організація ремонтної служби на металургійних підприємствах

Виконання виробничого плану металургійним заводом знаходиться в безпосередній залежності від рівня використання виробничих фондів і в першу чергу основного технологічного обладнання [12,13].

Висока надійність, довговічність, продуктивність і економічність обладнання досягається його правильною технічною експлуатацією і раціональною організацією ремонтів.

Призначення ремонтного господарства заводу полягає в систематичному здійсненні профілактичних заходів ремонтного характеру і проведенні різних видів ремонту обладнання для постійної підтримки його в працездатному стані.

До числа основних задач ремонтного господарства відносяться: систематичний догляд за обладнанням, нагляд за його станом і виконанням правил технічної експлуатації; своєчасне виявлення потреби виготовлення і забезпечення всіх цехів і господарств заводу необхідними видами змінного обладнання і запасними частинами; планування, організація і здійснення ремонтів обладнання основних і допоміжних цехів, надання відповідних послуг капітальному будівництву заводу.

Організація ремонтного господарства заводу - змішана. При цій формі організації ремонтного господарства разом з цеховими ремонтними майстернями і бригадами ремонтних робітників пропонується також мати спеціалізовані ремонтні організації і служби.

При цій формі організації основний об'єм ремонтних робіт виконується в централізованому порядку, а його менша частина, головним чином, ремонт і нагляд за обладнанням - цеховими службами.

На заводі застосовується система ПЗР (планово-запобіжних ремонтів). Ця система є комплексом організаційних і технічних заходів щодо догляду, нагля-

ду і ремонту обладнання, які здійснюються профілактично у встановлені планом терміни і забезпечують нормальну роботу обладнання.

Система ПЗР [12] передбачає наступні види обслуговування і ремонту обладнання: поточні міжремонтні обслуговування, періодичні огляди, планові ремонти.

За об'ємом робіт планові ремонти підрозділяються на поточні, середні і капітальні.

Поточні або малі ремонти включають: ремонт, часткову збірку обладнання, заміну швидкозношуваних деталей, вивіряння окремих вузлів, заміну мастила. Поточні ремонти проводяться в дні планових зупинок обладнання відповідно до графіка роботи обладнання. Всі роботи по поточних ремонтах виконують ремонтні бригади цеху з участю експлуатаційного персоналу і чергового із залученням в необхідних випадках персоналу ремонтного куща.

Середні ремонти основного металургійного обладнання займають проміжне положення між поточним і капітальним ремонтами. Здійснюються середні ремонти силами і засобами кущових і загальнозаводських ремонтних цехів з участю виробничого персоналу цеху.

Капітальний ремонт має відновлювальний характер і якісно відрізняється від поточних і середніх ремонтів. Капітальний ремонт передбачає демонтаж обладнання, заміну всіх деталей і вузлів, що зносилися, ремонт або заміну фундаменту, подальший монтаж і вивіряння всього обладнання в цілому. При капітальному ремонті здійснюється конструктивне покращення вузлів і механізмів, їх модернізація.

Основним змістом планування ремонтних робіт є розробка річних, кварталних і місячних планів ремонту обладнання. Плани ремонтів розробляють центральні ремонтні служби заводу спільно з представниками цехів у вигляді календарних планів-графіків, що передбачають всі види ремонту і відповідну їх ув'язку в часі для агрегатів.

Для визначення тривалості ремонтів необхідно з урахуванням трудомісткості встановити нормативи тривалості ремонтів кожної одиниці і всього ком-

плексу одночасно ремонтovanого обладнання. Для кожного виду ремонту і для кожного агрегату розробляється післяопераційний графік, що передбачає порядок демонтажу, заміни і послідовного монтажу окремих вузлів, час виконання кожної операції, число робітників по професіях і кваліфікаціях, зайнятих на відповідних операціях. На підставі річних графіків складаються місячні графіки, де уточнюються дні зупинок і тривалість ремонтів, виконавці. Графіки ремонтів є документом, який обґрунтовує розрахунок балансу часу роботи обладнання при побудові виробничої програми цеху.

Здійснення ремонтних робіт відповідно до планів-графіків проводиться протягом двох періодів: період підготовки ремонтів; період власне ремонтів.

Підготовка включає завчасну розробку необхідної документації, виготовлення змінних і запасних частин, ремонтних засобів, розробку технології ремонтних робіт, попередню збірку і доставку до місця ремонту окремих частин і вузлів обладнання.

Безпосереднє виконання ремонтів вимагає чіткої розстановки робочої сили відповідно до технологічних графіків, максимально можливого використання ремонтної експлуатаційної техніки для прискореного процесу.

Ефективна організація ремонту забезпечується наявністю кваліфікованого ремонтного персоналу, сучасної ремонтної бази, необхідними нормативами.

Для підтримки обладнання в технічно справному стані на заводі існує ремонтна база, що складається з ремонтних служб заводу і ремонтних служб цехів.

Ремонтна служба заводу підрозділяється на ремонтну службу ВГМ (відділу головного механіка) і ВГЕ (відділу головного енергетика).

## **4.2 Організація ремонтної служби товстолистового цеху**

Стан 3000 є комплексом високомеханізованих машин, що створюють потокову лінію. Тому вдосконалення організації обслуговування виробництва і праці допоміжних робітників набуває в даний час особливої актуальності. Від-



повідно до діючої в чорній металургії класифікації ремонти агрегатів підрозділяються на поточні і капітальні.

До поточного ремонту відносять роботи по заміні деталей і вузлів, що швидко зношуються, вивіряння окремих вузлів, очищення і ревізія механізмів, зміна мастила в системах місткостей, перевірка кріплень і заміна кріпильних і інших дрібних деталей, що вийшли з ладу. Поточні ремонти обладнання, що працює по безперервному графіку, виконують в дні планових зупинок цеху [12,13].

До капітального ремонту обладнання відносяться: повне його розбирання, а також очищення і промивка; заміна або ремонт базових деталей (станин, плитовий, рам і т. д.); повна заміна всіх зношених деталей і вузлів; ремонт фундаментів; збирання, регулювання і вивіряння агрегату. При капітальному ремонті усуваються всі дефекти, виявлені в період експлуатації або знайдені при ремонті.

Періодичність зупинок обладнання на поточні і капітальні ремонти визначається терміном служби вузлів і деталей, що зношуються .

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

В цеху всі вузли, агрегати і ділянки огляду закріплені за тими робітниками, які їх безпосередньо обслуговують. Завдяки цьому кожний робітник знає, які операції він виконуватиме, готує наперед потрібний інструмент і пристосування. Така організація праці забезпечує продуктивну і безперебійну роботу.

Важлива умова швидкого і якісного проведення ремонтів - це обов'язкова і завчасна підготовка всіх робіт, чіткий розподіл обов'язків між всіма членами бригади і правильне використання кранів, а також допоміжних механізмів.

Щомісячно на профілактичні огляди обладнання планується 30 хвилин. Огляди кожного вузла проводяться ретельно, всі виявлені недоліки заносяться в журнал огляду обладнання. Враховуючи різноманітність обладнання, ступінь його механізації і умови роботи при міжремонтному обслуговуванні застосовуються наступні форми організації праці:

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

Відновлення працездатності обладнання, втраченої в процесі його експлуатації, необхідне проводити шляхом широкого впровадження зосередженого і розосередженого методів проведення капітальних ремонтів обладнання.

Суть розосередженого методу капітального ремонту полягає у виконанні частини об'єму робіт, запланованих на капітальний ремонт обладнання, де це механічно можливо і доцільно, по частинах в дні його планових зупинок на поточні ремонти. Це дозволяє або скоротити тривалість простою обладнання на капітальному ремонті, або не зупиняти на капітальний ремонт взагалі.

При зосередженому методі весь об'єм ремонтних робіт виконують безперервно протягом заданого проміжку часу, що викликає значні простої обладнання.

У ряді випадків доцільна заміна цілком машини або механізму, наприклад шестеренної кліті, підйомного столу, правильної машини, редуктора і ін.

Широкому упровадженню прогресивних методів проведення ремонту сприяють:

- змішана діяльність металургійних підприємств і ремонтних організацій по поліпшенню ремонтпридатності обладнання. З цією метою повинні бути розроблені вимоги, що пред'являються до ремонтпридатності основного обладнання;
- збільшення випуску запасних частин;
- чітке матеріально-технічне забезпечення ремонтів матеріалами і запасними частинами.

Що стосується періодичних оглядів, то вони проводяться систематично в заплановані проміжки часу.

### 4.3 Технічна документація при ремонтах

Первинним документом, що фіксує стан обладнання, результати ревізій, оглядів і ремонтів, терміни служби деталей в машинах, є агрегатний журнал [12].

Спеціальним документом, що уточнює необхідну кількість деталей і матеріалів, а також об'єм ремонтних робіт, є відомість дефектів обладнання.

Склад документів і їх зміст визначається затвердженим для металургійної промисловості положенням про періодичність і тривалість ремонтів.

Підставою для планування ремонтів є річні і місячні графіки ремонтів обладнання.

Річний графік представляється керівництвом цеху, узгоджується з відділом головного механіка (ВГМ) і затверджується головним інженером. В річному графіку з точністю до декади планують огляди, поточні і капітальні ремонти, вказуючи скільки разів протягом року, коли, на який вид ремонту і на скільки часу повинна бути зупинена кожна машина.

Місячний графік складається механослужбою цеху відповідно до річного графіка, затверджується начальником цеху. В ньому вказується точна дата проведення ремонту, вид ремонту і його тривалість.

Графік зупинки на капітальний ремонт особливо важливих об'єктів представляється головним механіком і затверджується директором. В ньому вказується тривалість простоїв обладнання на капітальних ремонтах в добах по місяцях за весь планований період.

Відомість дефектів (відомість ремонтних робіт) представляється керівництвом цеху, узгоджується з бюро ПЗР (ВГМ) і службою технічного нагляду, затверджується головним механіком. Вона містить перелік і об'єм ремонтних робіт, перелік необхідних матеріалів і запасних частин, зведення про кваліфікацію виконавців. Кошториси - розрахунок кожного виду ремонтних робіт і всього капітального ремонту, складається на основі відомості дефектів, підписується відповідальним виконавцем і затверджується директором.

Титульний список капітального ремонту складається головним механіком і начальником планового відділу і затверджується директором. В ньому вказується розподіл фінансових коштів, виділених на капітальний ремонт, і поквартальну витрату загальної суми.

Відомість витрат праці на ПЗР обладнання представляється керівництвом цеху і затверджується головним механіком. В ній вказуються всі планові витрати на всі види ремонтів. На підставі цієї відомості ВГМ розраховує загальні витрати.

Виробничі цехи представляють в ВГМ щомісячні звіти про виконані ремонти.

#### **4.4 Організація підготовчих робіт**

Для впровадження системи планово-запобіжних ремонтів обов'язковою умовою є проведення наступних заходів [12,13]:

- 1) інвентаризація заводського обладнання і встановлення порядку єдиної його нумерації;
- 2) складання альбому креслень запасних частин;
- 3) паспортизація запасних частин;
- 4) організація обліку і зберігання запасних частин.

Підготовчі роботи слід здійснювати по наперед розробленому єдиному плану, який визначає об'єм робіт по окремих етапах і встановлює послідовність і термін їх виконання. План проведення підготовчих робіт повинен бути пов'язаний по термінах з планами поточних і капітальних ремонтів.

Необхідно перевірити і оформити прийом і передачу обладнання, закріпити обладнання за робітниками і обслуговуючим персоналом, ознайомити їх з правилами техніки безпеки і правилами догляду за обладнанням. Слід також забезпечити робітників необхідними інструментами, змашувальним інвентарем і іншими технічними засобами для догляду і нагляду за обладнанням.

На кожний вид запасних частин складається паспортна карта, в яку включають наступні дані: найменування агрегату, механізму, вузла, в якому застосовується деталь, шифр деталі, шифр креслення, матеріал, його хімічний склад, режим термообробки, масу деталі, кількість деталей, термін служби, вартість, місце зберігання.

## РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Розрахунок виробничої програми стану

На підставі звітних даних за 2019 рік про час роботи стану, складаємо баланс часу роботи стану на 2021 рік [14].

Визначимо номінальний час роботи стану в добах

$$T_H = t_{\text{календ}} - t_{\text{к.р}} - t_{\text{ПЗР}}, \quad (27)$$

де  $t_{\text{календ}} = 365$  – календарний час роботи стану в 2019;

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

$t_{\text{ПЗР}}$  – час на ПЗР.

Час на капітальний ремонт і ПЗР складуть:

$t_{\text{календ}} = 10$  діб, що проводилися в 2019 р;

$t_{\text{ПЗР}} = 16$  діб, приймемо, як і в 2019 р;

$$T_H = 365 - 16 - 10 = 339 \text{ діб}. \quad (28)$$

Номінальний час роботи стану в годинах:

$$T_H = 339 \cdot 24 = 8136 \text{ год}. \quad (29)$$

Визначаємо фактичний час роботи стану шляхом віднімання з номінального часу поточних пристроїв.

Поточні пристрої викликані зміною швидкозношуваних деталей і вузлів та простоями по організаційно-технічним причинам.

До таких причин відносяться:

- перевалка валків, зміна ножів, дисків і іншого змінного обладнання й інструмента внаслідок зносу чи поломки

- закладка змащення в підшипники, збирання окалини, перевірка кріплень, налаштування та інші

- поточний ремонт обладнання печей та ножиць

До організаційних причин відносяться :

- відсутність злитків та заготовок

- розлади технологічного процесу

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

Поточні простой складають 13-20% від номінального часу, приймаємо  $K_{II} = 20\%$ .

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

$$T_{T.II} = \frac{T_H \cdot K_{II}}{100} = \frac{348 \cdot 20}{100} = 69,6 \text{ діб} \quad (30)$$

У годинах це складає :

$$T_{TII} = 69,6 \cdot 24 = 1670,4 \text{ год.} \quad (31)$$

Визначаємо фактичний час роботи стану у 2021 році, у годинах :

$$T_{\phi} = T_H - T_{TII} = 8352 - 1670,4 = 6681,6 \text{ год} \quad (32)$$

Середню годину продуктивність стану визначимо по формулі

$$P_{CP} = \frac{P_{год}}{T_{\phi n}} = \frac{323312}{3992,26} = 80,98 \frac{T}{год} \quad (33)$$

де  $P_{год} = 323312$  т – обсяг виробленої продукції у 2019 за рік

$T_{\phi n} = 3992,26$  год – фактичний час роботи стану у 2019 р

Номінальний обсяг випуску прокату у 2021 р. визначаємо по формулі:

$$P_{год} = P_{cp} \cdot T_{\phi} = 80,98 \cdot 6681,6 = 541075,97 \text{ т.} \quad (34)$$

У порівнянні з 2019 роком резерв часу складає:

$$P = T_{\phi} - T_{\phi n} = 4359,74 - 1670,4 = 2689,34 \text{ год.} \quad (35)$$

Розраховуємо баланс часу роботи стану по відомій годинній продуктивності й обсягу виробництва. Розрахункові дані зведені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Баланс часу роботи стану

Показник	По звіту 2019 р.	По проекту 2021 р.
Календарний час, діб	365	365
Режим роботи	Беззупинний	Беззупинний
Число X тривалість змін, год	3x8	3x8
Капітальний ремонт, діб	10	10
ПЗР, діб	16	16
Номінальний час роботи, діб	339	339
Номінальний час роботи, год	8136	8136
Поточні простої, діб	181,66	69,6
Поточні простої, год	4359,74	1670,4
		Резерв =2689,34
Фактичний час роботи, год	3992,26	6681,6
Середня годинна продуктивність, т	80,98	80,98
Випуск прокату	32312	541075,97

## 5.2 Розрахунок економічної ефективності

У зв'язку заміною групового приводу механізму стелажа холодильника №1 який складається двох електродвигунів, двох циліндричних одноступінчастих редукторів, та чотирьох конічних редукторів на індивідуальний привод, який в свою чергу складається з чотирьох електродвигунів, та чотирьох циліндричних трьохступінчастих редукторів збільшиться міжремонтні періоди, скоро-



тяться простої устаткування. Час ремонту скоротився з 15 годин до 12 годин на місяць (див. табл. 5.1).

Таким чином, зменшення простоїв під час одного поточного ремонту складає 3 години на місяць.

Продуктивність стану 3000 у 2019 році складає 1553400 тон, або 13,7 тон в годину

Зменшення простоїв у поточному році, складає 36 годин. Собівартість однієї тони прокату у 2019 році складає 23600 грн. Ціна за тонну товстолистової продукції складає 20090 грн/тонну

Отже очікуваний річний економічний ефект складає [15];

$$E_p = T_{np} \cdot P_{cm} \cdot (Ц - С) = 36 \cdot 13.7 \cdot (23600 - 20090) = 2186028 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}, \quad (36)$$

де  $T_{np}$  . год – зменшення простоїв устаткування;

$P_{cm}$ ,  $\frac{T}{\text{рік}}$  – годинна продуктивність стану;

$С$  – собівартість прокату;

$Ц$  – ціна за тонну.

До того ж через різницю в ціні ми одержимо додаткову економію при придбанні нового устаткування.

Ціна існуючого механізму складає 546000 грн. (електродвигун – 57000грн., циліндричний одноступінчастий редуктор – 23000 грн., конічний редуктор – 63000 грн.)

Ціна пропонованого механізму 300000 грн (електродвигун – 41800 грн., циліндричний редуктор – 38500 грн).

Якщо раніше ми затратували на протязі п'яти років 10930140 грн, то тепер 452130 грн. Зменшення затрат складатиме –246000 грн.

Так як розрахунок економічного ефекту ведеться на один рік, то отриману суму ділимо на п'ять і отримуємо 49200 грн.

Отже, очікуваний річний сумарний економічний ефект складає:

$$\Sigma_{EP} = 1005634 + 49200 = 1054834 \text{ грн.} \quad (37)$$

## РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих чинників дільниці охолодження

Умови праці на дільниці охолодження характеризуються наявністю небезпечних факторів [16], таких як муфти і вали що обертаються, кореневі вали, та шкідливих чинників, таких як запиленість, загазованість, тепловипромінювання і шум.

Також істотне значення мають метеорологічні умови на дільниці охолодження. Метеорологічні умови на дільниці охолодження визначаються температурою, вогкістю і рухливістю повітря. Температура повітря значно перевищує температуру зовнішнього повітря.

Метеорологічні умови на дільниці охолодження характеризуються також наявністю ділянок з високою та низькою вогкістю повітря, що негативно впливає на самопочуття і здоров'я людини. При високій вогкості повітря і підвищення його температури створюють умови для перегріву організму.

Надмірно низька вогкість повітря викликає висихання слизистих оболонок верхніх дихальних шляхів, що різко погіршує їх фільтруючу здатність а отже, допускає проникнення в легкі пилу і мікроорганізмів. Крім того, виникає неприємне відчуття надмірної сухості, що викликає підвищене споживання води.

В холодний період року оптимальна відносна вологість повітря на дільниці охолодження повинна складати 40...60% і не перевищувати 80%. В теплу пору року при температурі повітря на дільниці охолодження 17...25°C оптимальна відносна вогкість повітря повинна складати 40...60%. При більш високій температурі повітря допускається менша відносна вогкість.

Рухливість повітря також робить вплив на самопочуття людини. В холодний період року на дільниці охолодження оптимальна швидкість руху повітря

приймається рівною 0,2...0,3 м/с. В літній час допускається швидкість руху повітря 0,3...1,5 м/с. Проблема створення нормальних метеорологічних умов праці на дільниці охолодження повинна розв'язуватися в комплексі із заходами щодо зменшення тепловиділень по аерації, по вживанню проточнообдувної вентиляції і кондиціонування повітря.

На дільниці охолодження багато основних і допоміжних технологічних операцій, що супроводжуються виділенням значної кількості пилу. Пил складається в основному з оксидів заліза з домішкою інших речовин: окисли кремнію, марганцю і в окремих випадках легуючих елементів. Зміст різних елементів в пилу пропорційний хімічному складу смуги, що охолоджується.

Розмір частинок пилу на дільниці охолодження коливається в широких межах. Крупні фракції швидко осідають, а дрібні - тривалий час знаходяться в повітрі. Склад пилу в повітрі може відрізнятися від хімічного складу металу, що охолоджується, оскільки формування цього пилу йде на протязі тривалого періоду. Як правило, склад пилу в повітрі пропорційний середньому хімічному складу прокатного металу за 10...12 днів.

За відсутності вентиляції концентрація пилу в повітрі безпосередньо біля стелажа-холодильника №1 складає 75...120 мг/м<sup>3</sup>. На складі готової продукції середня концентрація пилу складає 20...40 мг/м<sup>3</sup>.

Іншим чинником на дільниці охолодження є загазованість. Наявність різних газів в атмосфері обумовлена порушеннями технологічного режиму, несправністю та недосконалістю обладнання.

Багато технологічних операцій на дільниці охолодження супроводжується утворенням шумів низької та високої частоти. Рівень яких значно перевищує припустимі санітарні норми, супроводжується транспортуванням металу по ролгангу. На дільниці охолодження фактичний рівень шуму складає 91 дБ, а припустимий – 80 дБ.

Окремі операції на дільниці охолодження пов'язані зі шкідливим впливом вібрації на організм людини. Вібрація сприймається робітниками лише при безпосереднім зіткненні з вібруючим устаткуванням. Розвиток вібраційної

хвороби й інших несприятливих явищ залежить в основному від частоти вібрації і чим більша амплітуда коливань, тим більшу небезпеку являє вібрація у відношенні термінів розвитку і ваги вібраційної хвороби.

При експлуатації стелажа-холодильника №1 можливі наступні види травм: захоплювання частин одягу і кінцівок робітника обертовими деталями і сполучними муфтами, опіки, а також удари й uszkodження металом, що переміщується.

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

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

Небезпека травмування при роботі з електроустаткуванням може виникнути у наступних випадках:

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

## 6.2 Заходи з виробничої санітарії

Для висвітлення на дільниці охолодження використовується штучне і природне висвітлення. Правильне висвітлення робочих місць на дільниці охолодження має велике значення для створення безпечних умов праці. Незадовільне висвітлення може поступити причиною травматизму, негативно впливає на зір робітників, знижує продуктивність праці. На дільниці охолодження фактична освітленість складає 300 ЛК, а припустима – 300 ЛК.

Крім робочого висвітлення на дільниці охолодження встановлене аварійне висвітлення. Воно призначене для безперебійного обслуговування агрегату і устаткування у випадку виходу з ладу робочого висвітлення і діє від незалежного джерела електроенергії.

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

Основні заходи щодо зменшення загазованості пропонуються такі [16]:

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

Виробничий шум різної інтенсивності, спектра і частоти, довгостроково впливаючи на працюючих, приводить до зниження гостроти слуху, а іноді до

зниження професійної глухоти у робітників. У зв'язку з цим у основу нормування шуму призначений принцип охоронності слухового сприйняття. Нормативні вимоги к робочим шумам викладені в СН242 -71 та ГОСТ 12.1.003 -76.

Для зменшення шуму в джерелі його утворення на дільниці охолодження по можливості заміняють ударні взаємодії деталей ненаголошеними, демпфують вібрацію деталей, які підлягають дії удару та окремих вузлів агрегату шляхом запакування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя: гуною, пробкою, бітумом, азбестом тощо.

Робочі що обслуговують стелаж-холодильник повинні застосовувати спеціальне взуття та рукавиці, що забезпечують віброгасіння. Робітники повинні виконувати встановлені правила безпеки. Крім того, робітникам варто користатися під час роботи пристосуваннями, що зменшать статичну напругу м'язів.

### **6.3 Заходи з техніки безпеки**

Техніка безпеки обслуговування стелажа-холодильника, його допоміжного обладнання і пристосувань досягається при дотриманні певних умов [16]. Всі частини стелажа і його обладнання повинні бути розташовані так, щоб був незагрозливий доступ для їх огляду і ремонту, а під час роботи повністю виключалася б можливість зіткнення робітника з обертальними частинами обладнання.

Щоб уникнути травмування робітників муфтами і валами що обертаються, всі з'єднувальні муфти і корінні вали захищають з боків ґратчастими або суцільними щитами або кожухами.

Щоб виключити можливість пуску двигуна при відсутності огорож муфт і валів, влаштовують автоблокування, що автоматично відключає двигун при відсутності огорожі.

На дільниці охолодження для двигунів повинна бути обладнана надійно діюча звукова або світлова сигналізація. Пуск в хід і зупинка двигуна проводяться лише після отримання відповідного сигналу. Причому про пуск двигуна

подається строго встановлений сигнал, ясно чутний на всіх робочих місцях. Встановлені сигнали у всіх випадках, окрім аварійних, повинні подаватися тільки старшими робітниками, які несуть відповідальність за сигнали, що подаються.

До подачі сигналу про пуск стелажа-холодильника майстер зобов'язаний перевірити справність стелажа-холодильника і всіх його захисних і запобіжних пристроїв і з'ясувати, чи немає робітника поблизу частин, що обертаються. Тільки після перевірки і видалення людей з небезпечних місць може бути даний сигнал про пуск двигунів.

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

Для створення незагрозливих умов робіт з електричними установками існує ряд захисних пристосувань:

- 1) огороження і блокування;
- 2) засоби, ізолюючі робітників від землі;
- 3) застережні написи і плакати;
- 4) сигналізація.

Основними заходами захисту від травмування, що може виникнути при роботі з електроустановками, є забезпечення неприступності струмоведучих частин від випадкового доторкання, вживання захисного відключення, вживання індивідуальних засобів захисту і ін. Огорожа струмоведучих частин повинна бути передбачена конструкцією електрообладнання і бути його складовою частиною.

При споруді електроустановок неізольовані дроти і шини, а також прилади і апарати, що мають незахищені струмоведучі частини, поміщають в спеціальні ящики, шафи, камери чи інші пристрої, що закриваються суцільними або сітчастими огорожами. Розміщення струмоведучих частин на неприступній висоті проводять в тих випадках, коли ізоляція і огорожа їх виявляються неможливою або недоцільною.

При користуванні переносним ручним інструментом або ручною переносною лампою робітник має тривалий контакт з корпусом цього обладнання в слідство чого різко підвищується небезпека поразки струмом у разі появи напруги на корпусі, особливо якщо роботу проводять в приміщенні з підвищеною небезпекою або особливо небезпечному.

Основною мірою безпеки при зміні валів і ремонтах редукторів є правильна організація праці. Зміну валів і поточний ремонт проводять по наперед розроблених графіках з підготовкою необхідної кількості справного інструменту, змащувального і обтирального матеріалу.

Майстер і бригадири забезпечують правильне розташування робітників. Розробляється докладний план послідовного виконання окремих операцій, детально інструктується кожний робітник про виконувану їм роботу і про безпечні прийоми виконання кожної операції.

#### **6.4 Заходи щодо пожежної безпеки**

Згідно СНІП 2.01.02-85 по ступені пожежної небезпеки виробництва підділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д.

Дільниця охолодження відноситься до категорії Г, тому що її виробництво пов'язане з обробкою неспалених речовин у розпеченому стані, процес обробки яких пов'язаний з виділенням великої кількості тепла, іскор.

На дільниці охолодження мають ділянки з підвищеною пожежонебезпечністю - це мастило-підвали і склад ПММ.

Для зниження пожежної небезпеки дільниця охолодження має пожежну сигналізацію і зв'язок [16]. У побутових приміщеннях і коридорах установлені пожежні крани високого тиску. Також мають протипожежні щити.



## 6.5 Заходи щодо захисту навколишнього середовища

Джерелам викидів в атмосферу від прокатного виробництва стану 3000 є 4 нагрівальні печі і роликові печі для термообробки.

Усі печі опалюються коксовим газом за допомогою пальників, що забезпечують повне і якісне згорання всіх палих складових палива. Печі працюють під розрідженням, що створюється надійною відкритою тягою димарів, установлених на кожну піч чи групу печей.

Усі печі обладнані приладами теплового контролю й авторегулювання, що забезпечують нормальні умови для повного спалювання газу, ведення технологічного процесу і дотримання заходів щодо захисту повітряного басейну.

З загальної кількості водообертання скидання у водойми складає 10,45 тис. м<sup>3</sup>/добу., у тому числі: забруднені – 10,4 тис. м<sup>3</sup>/добу, очищені – 0,05 тис. м<sup>3</sup>/добу.

Заходи щодо захисту повітряного і водяного басейну стану 3000 пропонуються наступні [16]: зробити очищення повітряних фільтрів вентиляції ділянки нагрівальних печей; скоротити витрату газу на нагрівання металу; зробити очищення повітроохолоджувачів агрегатів ділянки печей; при ремонтах устаткування робити надійне ущільнення всіх рознімачів для попередження витіку змащення із систем; при очищенні редукторів масло збирати в спеціальні ємності з наступною задачею на регенерацію; поліпшити уловлювання газів з вітряків; тримати в справному стані спорудження побутової і дощової каналізації.

## ВИСНОВКИ

В даному проекті розроблені заходи щодо підвищення експлуатаційної надійності стелажа-холодильника в умовах товстолистого цеху зі станом 3000. Спираючись на загальний досвід експлуатації і проектування та аналітичний аналіз конструкцій та технічних рішень слід відзначити:

1. Досвід експлуатації вказує на те, що конструктивні особливості холодильників металопрокату в значній мірі залежать від сортаменту транспортованого металу.
2. Підвищення вимог до якості готового товстолистого прокату, в свою чергу вимагає розробки конструкцій холодильників з неможливістю утворення додаткових дефектів на поверхні листів під час охолодження та транспортування на холодильник.
3. Конструкція стелажа-холодильника, в цілому задовольняє сучасним вимогам до цього типу обладнання, проте має недостатньо високу надійність привода механізму підйому через наявність конічних редукторів.
4. Враховуючи, сучасний досвід експлуатації та проектування металургійного обладнання пропонується зробити заміну групового приводу з конічними редукторами на індивідуальний привод з циліндричними редукторами, і електричною синхронізацією, що дозволить підвищити надійність приводу механізму підйому і машини в цілому, а також зменшити час, зв'язаний з ревізією і ремонтами.
5. Пропоновані заходи проекту дозволять зменшити простій стану в цілому та збільшити обсяги виробництва прокату, а також в майбутньому зменшити витрати на утримання та обслуговування стелажа-холодильника, що дозволить отримати сумарний економічний ефект в розмірі 1054834 грн.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

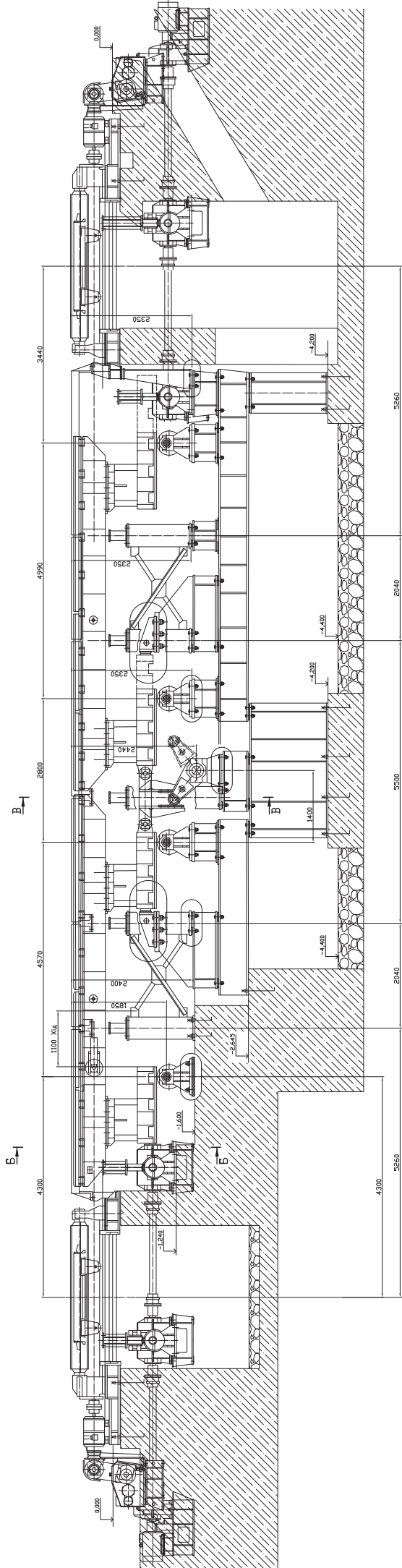
1. Королев А. А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов : учебник для вузов / А. А. Королев. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1987. – 480 с.
2. Лукашин Н. Д. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов: учебник для вузов / Н. Д. Лукашин, Л. С. Кохан, А. М. Якушев – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 456 с.
3. 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.
4. АС 831259 СССР, МКИ, В21В43/08 Холодильник для проката / В. И. Зюзин, М. Д. Залесов, В. М. Данько, А. Н. Несмачный, Ю. Б. Проценко и И. К. Дорожко – 2830584/22-02; заявл. 15.10.79; опубл. 23.05.81, Бюл. №19.
5. АС 1260055 СССР, МКИ, В21В43/12 Устройство для транспортировки и кантовки проката на холодильнике / В.Л.Коняев; И.Б.Лемехов, Е.Д.Козлов, А.А. Ковтушенко и В.В. Бараков. – 3882229/22-02, заявл. 08.04.85; опубл. 30.09.86. Бюллетень №36.
6. АС 1235584 СССР, МКИ, В21В43/00 Реечный холодильник прокатного стана / В. Б. Хорьков, В. М. Орлов и М. Ю. Рудаков. – 3789682/22-02; заявл. 26.06.84; опубл. 07.06.86. Бюл. №21.
7. АС 1465145 СССР, МКИ, В21В43/00 Реечный шагающий холодильник проката / В.Б. Хорьков и В.М. Орлов. – 4276194/23-02; заявл. 06.07.87; опубл. 15.03.89, Бюл. №10.
8. АС 516444 СССР, МКИ, В21В43/02(53) холодильник для проката / В. Б. Хорьков, Ю. Н. Кравченко и В. М. Матвеев. – 2028378/22-2; заявл. 31.05.74; опубл. 05.06.76, Бюл. №21.
9. Курсовое проектирование деталей машин. Учебное пособие для учащихся машиностроительных техникумов/ Чернавский С.А., Боков К.Н., Чернин И.М. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с., ил.

10. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов.: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Выща шк. 1990. – 151 с.: ил.
11. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. : Учебн. пособие для техникумов. – М.: Высш. шк., 1991. – 432 с.
12. Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин – М.: Металлургия, 1983. – 415 с.
13. Организация и планирование предприятий черной металлургии / Метс А. Ф., Штец К. А., Бельгольский Б. П., Щепилов Ф. И. – М. : Металлургия, 1986 – 560 с.
14. Экономика, организация и планирование производства на предприятиях черной металлургии / Бельгольский Б. П., Бень Т. Г., Зайцев Е. П. и др. – М. : Металлургия, 1982. – 416 с.
15. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: Учебное пособие для втузов / Л. А. Астреина, В. В. Балдесов, В. К. Беклешов и др. – М. : Высш. шк., 1991 – 176 с. : ил.
16. Бринза В. Н. Охрана труда в черной металлургии / В. Н. Бринза, М. М. Зиньковский. – М. : Металлургия, 1982. – 336 с.

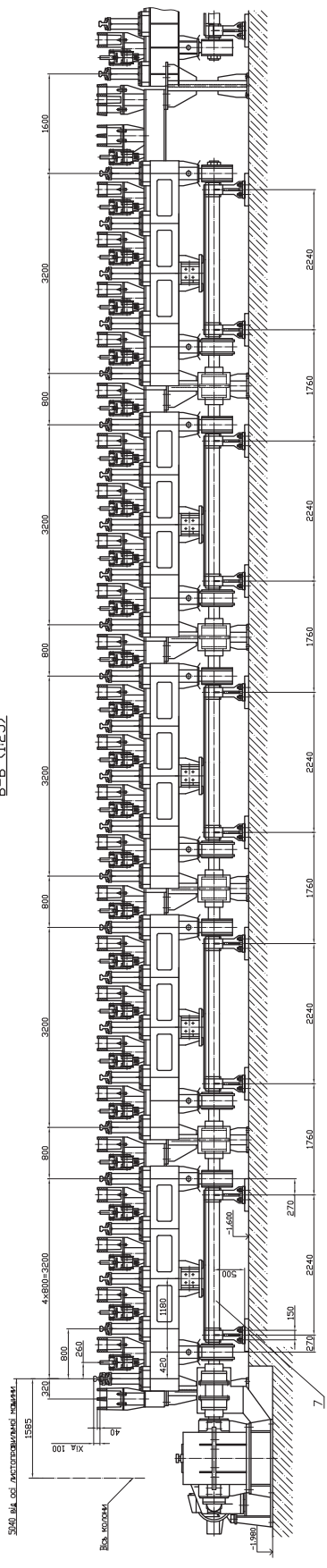
**ДОДАТОК А**  
**КРЕСЛЕННЯ ТА СПЕЦИФІКАЦІЇ**



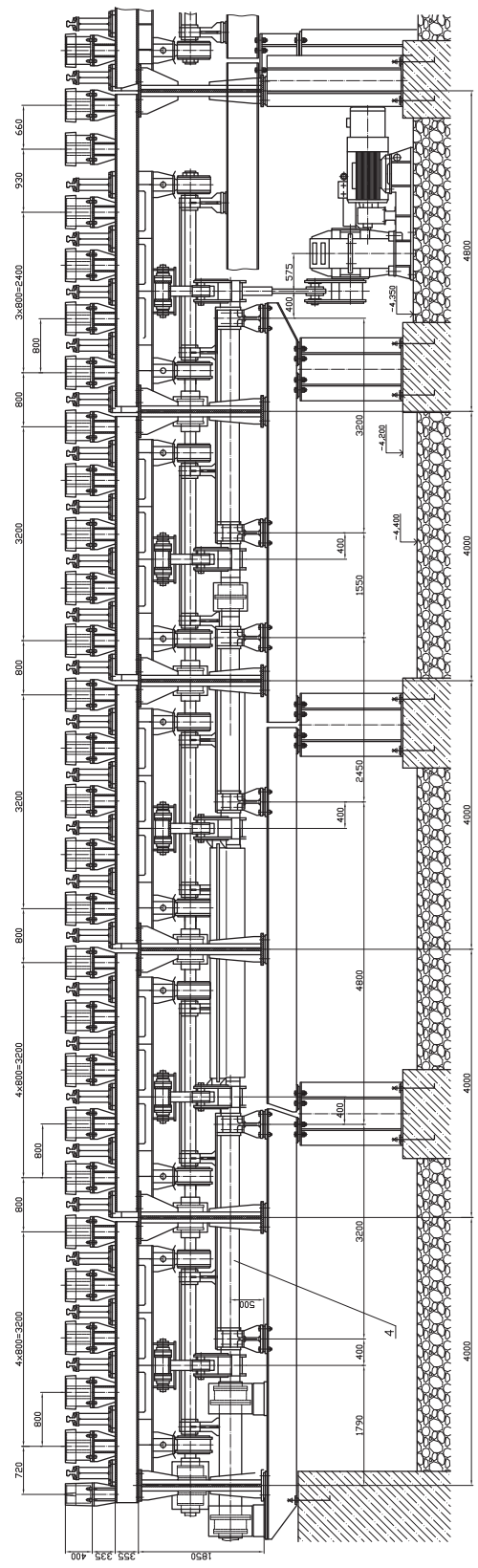
A-A (1:25)



Б-Б (1:25)



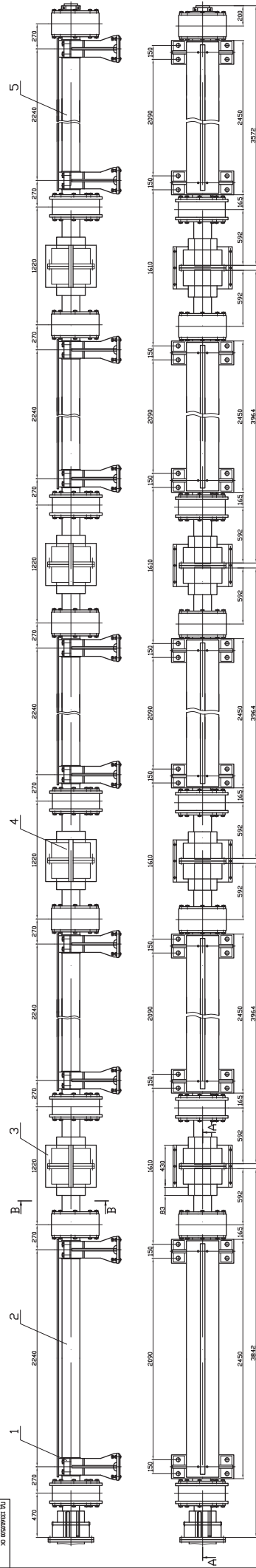
Б-Б (1:25)





Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
*			ПД 133.60.00 СК	Складальне креслення	1	*5хА1
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Стелаж	2	
		2		Механізм переміщення	2	*
		3		Рольганг	1	
		4		Вал ексцентриковий	8	
**		5	ПД. 133.60.05.00 СК	Механізм підйому (правий)	2	**2А1
		6		Механізм підйому (лівий)	2	
		7		Вал ексцентриковий	8	
		8				
		9				
		10				
		11				
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				

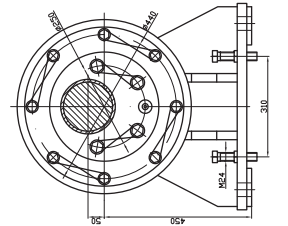
					ПД 13360.00			
Зм.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бутенко			Секція №1 стелажа-холодильника №1	Літера	Лист	Листів
Перев.		Боровік					1	1
Н. контр.		Шабрацький				СНУ ім. В.Даля, гр. МО-18дм		
Затв.		Созонтов						



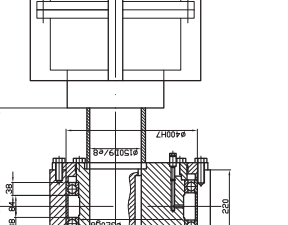
1. Розміри для доладок крін відзначених лінійкою А.
2. ШТИТ/2.
3. Зерка в осях корпусів муфт позбавити при взаємному розташуванні звичайно шкідливі ексцентриситетом строго вив.
4. Достачною обробку отворів під валти виконувати згідно з умовами з'єднання ексцентриків в одній площині. Допуски ексцентриків: в радіусі до 2 мм — ±0,03 мм; в радіусі до 5 мм — ±0,05 мм; в радіусі до 10 мм — ±0,07 мм; в радіусі до 15 мм — ±0,10 мм; в радіусі до 20 мм — ±0,15 мм; в радіусі до 30 мм — ±0,20 мм; в радіусі до 40 мм — ±0,25 мм; в радіусі до 50 мм — ±0,30 мм; в радіусі до 60 мм — ±0,35 мм; в радіусі до 70 мм — ±0,40 мм; в радіусі до 80 мм — ±0,45 мм; в радіусі до 90 мм — ±0,50 мм; в радіусі до 100 мм — ±0,55 мм.
5. Регулювати допуск радіального в'їтти на валах, допуск радіального в'їтти значувальних кінців валів — в 0,3 мм; допуск перекосу осей — 0,15 мм на 100 мм.

№ документа	ПД 133.60.05.00 СК
Титул	Механізм
Лист	ПІО
Всього ліній	11
Всього аркушів	1
Масштаб	1:1
Стан	Розробка
Дата	

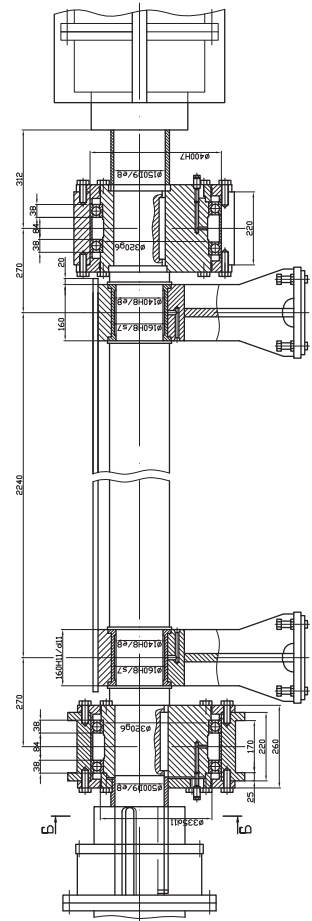
Б-Б (1:4)



Б-Б (1:4)

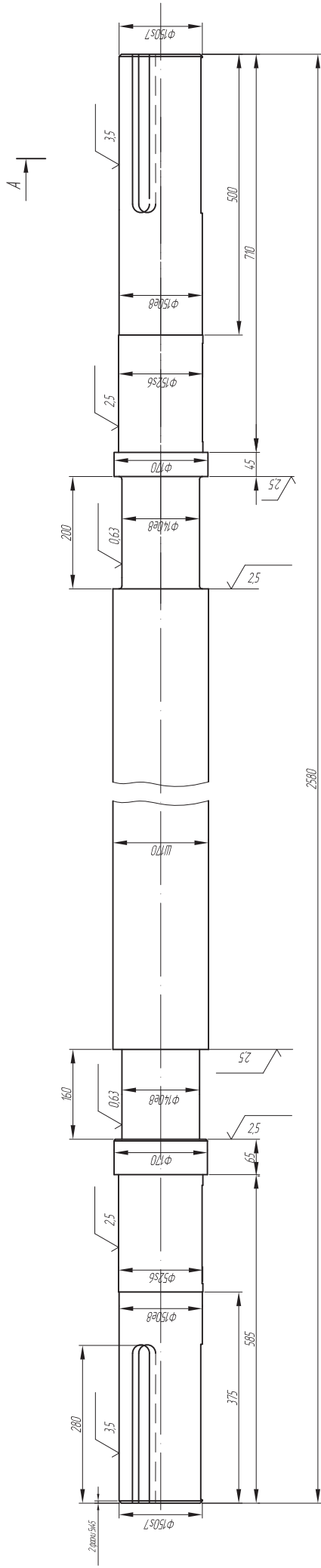


А-А (1:4)



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
*			ПД. 133.60.05.00 СК	Складальне креслення	1	*2А1
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Опора підшипникова	10	
		2		Вал ексцентриковий проміжний	4	
		3		Кожух захисний	4	
		4		Муфта	4	
		5		Вал ексцентриковий кінцевий	1	
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				
		11				
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				

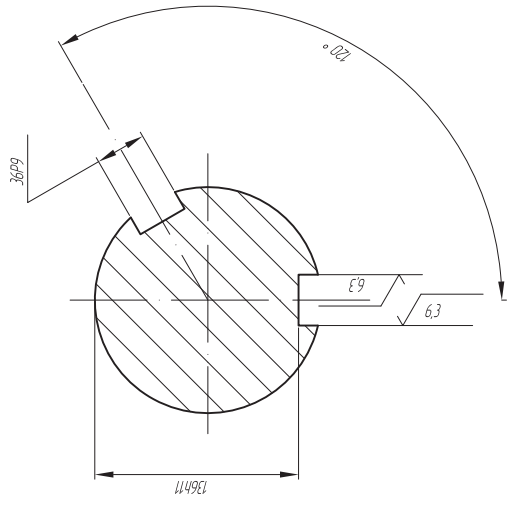
					ПД 13360.05.00			
Зм.	Лист	№ док.м.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бутенко			Механізм підйому (правий)	Літера	Лист	Листів
Перев.		Боровік					1	1
Н. контр.		Шабрацький			СНУ ім. В.Даля, гр. МО-18дм			
Затв.		Созонтов						



2880

A

A-A (1:2.5)



1. 197-215 НВ  
2. 112Н12\_1112/2

ИД 133.60.05.02.01		ИД 133.60.05.02.01	
Вид	Воп	Масса	Кол-во
Разработчик	С.В.Савин	768	15
Проверен	С.В.Савин	у	
Утвержден	С.В.Савин	Апрель	Апрель
Исполнитель	С.В.Савин	СЧУ И. В. Данил. пр. МД-0604	
Зам. Исполн.	С.В.Савин	С.В.Савин	