

1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ОБТИСКНОГО СТАНУ

1.1 Характеристика та обладнання блюмінга 1150

Блюмінг 1150 призначений для обтиску злитків масою 7-10 т в блюми перетином від 200x200 до 350x350 мм і злитків 12-20 т у сляби товщиною 100-250 мм, шириною 1000 – 1550 мм, довжиною до 8м та масою до 16 т. Таким чином, цей стан є блюмінгом-слябінгом. Продуктивність блюмінга 3,5 – 4,0 млн. т/год (по злиткам).

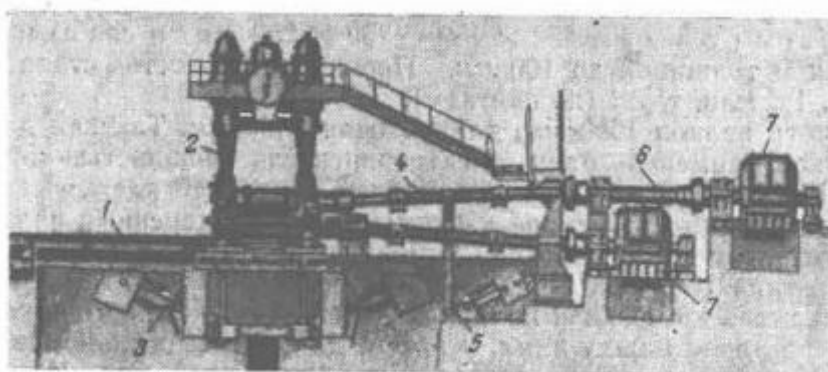


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд робочої лінії блюмінга 1150:

1 - Пристрій для зміни валків; 2 - робоча кліть; 3 - пристрій для вантажного урівноваження верхнього валка; 4 - універсальнішпинделі; 5 - пристрій для урівноваження верхнього шпинделя; 6 - проміжний вал; 7 - головні електродвигуни

В прольоті нагрівальних колодязів передбачені три залізничні колії: одна з них служить для подачі платформ зі злитками з стриперного відділення, друга - для порожніх платформ і третя - для злитковоза, що подає злитки до приймального рольгангу.

Для обслуговування станового прольоту (зміни комплекту валків з подушками) і електромашинного залу (зміни якоря електродвигуна) встановлені мостові крани важкого типу вантажопідйомністю 750/150 кн (75/15 Т).

Обладнання блюмінга 1150 (рис. 1.2) розташоване в трьох паралельних прольотах.

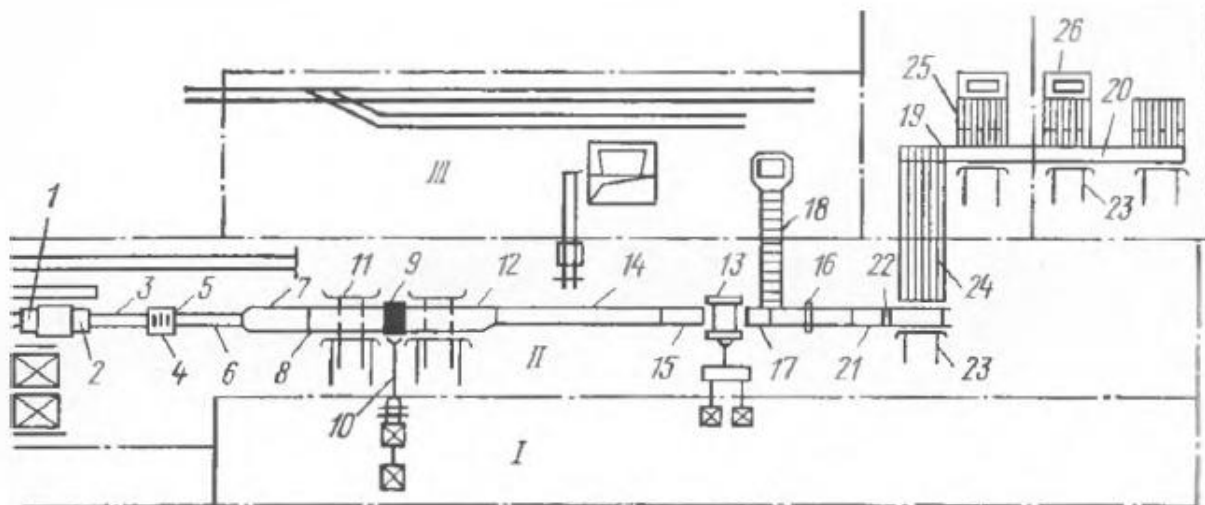


Рисунок 1.2 –План розташування обладнання блюмінга 1150

Проліт I представляє ізольоване приміщення машинного залу, в якому встановлено електрообладнання стану. В прольоті II поміщаються всі механізми стану. Проліт III, званий скрапним, призначений для прибирання окалини від стану і обрізків від ножиць. Відповідно до технічного процесу обладнання блюмінга можна розділити на чотири ділянки: головний (приймальний); лінію робочої кліті; ножиці; ділянку прибирання блюмів і слябів.

На головній ділянці є злитковоз 1, пружинно-гідравлічний упор 2, приймальний рольганг 3 з вбудованим в нього стаціонарним перекидачем, зіштовхувачем і упором, баштові ваги 4 з поворотним механізмом для злитків, рольганг-ваги 5 і підвідний рольганг 6.

До складу лінії робочої кліті входять наступні агрегати і механізми: двохвалкова реверсивна кліть 9 з валками діаметром 1150 мм і довжиною бочки 2800 мм; пристрій для перевалки і вбудовані в кліть чотири станини ролика; універсальні шпинделі 10; раскатні рольганги 7 перед кліттю; робочі рольганги 8 перед кліттю і за нею; маніпулятор з кантувачами 11; механізований пристрій для прибирання крупного скрапу з-під робочої кліті; розкатний рольганг 12 за кліттю. З кожного боку кліті вмонтовано по два ролика станини на сферичних

роликотидшипників. Привід всіх роликів індивідуальний. Перед кліттю і за нею встановлено лінійки маніпулятора з безредукторним приводом від спеціальних тихохідних електродвигунів. Маніпулятори забезпечені кантувачами з диференціальними приводами.

Встановлені за блюмінгом, що прокочує злитки масою до 16 т, кривошипні ножиці 13 мають зусилля різання 10 Мн. До складу обладнання ділянки ножиць також входять рольганги що відводять 14, рольганг перед ножицями 15, Штовхувачі обрізків, пересувний упор 16, рольганг що відсувається 17 з приводом і конвеєр прибирання обрізків 18 з ямами для їх охолодження.

На ножицях з нижнім різом, що здійснюють 10 різів за хвилину, передбачені важільний притиск металу і попередній підйом металу над рольгангом. Привід ножиць здійснюється через шпindelльні з'єднання і редуктор від двох електродвигунів загальною потужністю до 1300 кВт, розташованих в машинному залі.

Ділянка прибирання готової продукції складається з транспортних рольгангів 19 і 20, автоматичних ваг 21 для зважування готової продукції, клеймителя 22, Штовхувачів 23, столів що штабелюються 25, стелажів з кишнями 26 або інших прибиральних засобів. При наявності лінії прибирання в прольоті, паралельному становому прольоту, блюми або сляби прибираються з рольгангів лінії стану ланцюговим транспортером 24 з зіштовхувачем.

1.2 Технологічний процес блюмінга 1150

Технологічний процес прокатки на блюмінгу 1150 включає: доставку гарячих злитків на з.-д. платформах з сталеплавильного цеху до нагрівальних колодязів; підігрів злитків у вертикальному положенні в колодязях до 1100 ... 1300 ° С (в залежності від марки сталі); подачу кожного злитка на злитковозі до приймального рольгангу блюмінга; зважування злитка і подачу його по рольгангу до валків блюмінга; прокатку в заданій кількості проходів з обтисненням і проміжними кантуваннями на 90° (кантування і переміщення смуги уздовж валків здійснюються маніпулятором).

Механізми головної ділянки забезпечують подачу злитків від нагрівальних колодязів, укладання їх на приймальний рольганг, автоматичне зважування злитків та їх розворот (при необхідності) в горизонтальній площині на 180° для завдання в робочу кліть нижнім кінцем і подачу на передній розкатний рольганг стану.

На нових блюмінгах конструкції УЗТМ на відміну від існуючих блюмінгів до стану одночасно подають два прямокутних злитка масою 7-10 т.

При обслуговуванні близьких до стану колодязів або при виході з ладу злитковоза злитки на рольганг укладає вбудований стаціонарний перекидач. При подачі злитків злитковоза стаціонарний перекидач безперешкодно пропускає злитки, що транспортуються по рольгангу до стану. Злитки масою до 16 т автоматично зважуються з точністю ± 25 кг баштовими вагами, розташованими над рольгангом ваг. Вбудований в ваги механізм при необхідності розгортає злитки на 180° . Маса злитків реєструється спеціальним приладом з автоматичним підсумовуванням маси. Показання приладів передають на пульт керування.

Окалина, яка звалюється зі злитка під час його прокатки, змивається водою під стан, а потім надходить в ями-відстійники, звідки краном з грейфером її прибирають і вантажать у вагони.

Для різання блюмів і слябів на необхідні довжини використовують кривошипні ножиці зусиллям різання 10 МН, що здійснюють 10 різів за хвилину.

Обрізки від ножиць, за допомогою конвеєра, транспортують у скрапний проліт, звідки після охолодження вантажать за допомогою кранів з електромагнітними шайбами на залізничні вагони.

Після розрізання на мірні довжини блюми таврують з торців в гарячому стані за допомогою спеціального клеймовочного пристрою.

Блюм необхідної довжини укладають в штабелі. Остигли блюми зачищають і після приймання передають на склад заготовки.

1.3 Робоча кліть і натискний пристрій блюмінга 1150

Робоча кліть блюмінга 1150

Робоча кліть є основним пристроєм прокатного стану, так як в ній здійснюється власне прокатка металу.

На блюмінгу 1150 це двухвалкова реверсивна кліть з валками діаметром 1150 мм і довжиною бочки 2800 мм. Кліть може ще називатися дуо кліттю так як має два валка. В кліть вбудовані чотири ролика станини. Валки реверсивної кліті дуо 1150х 2800 мм блюмінга 1150 приводяться від двох індивідуальних електродвигунів постійного струму. Урівноваження верхнього валка і верхнього шпинделя вантажне.

Литі сталеві станини робочої кліті блюмінга 1150, вагою 83 т кожна, встановлені лапами на сталеві плитовини кліті і укріплені на них болтами М1-75, затягнутими «нагорячо». Зверху і знизу станини скріплені між собою чотирма сталевими болтами, пропущеними через литі стяжні розпірні труби і також затягнутими «нагорячо».

Між робочими валками і першими роликами станини встановлені дві проводкові балки сталевого лиття.

Корпуси верхніх подушок переміщуються в вікнах станин по сталевих напрямних планках. Корпуси нижніх подушок спираються безпосередньо на нижні поперечини станин. Висотне регулювання нижнього валка проводиться за рахунок установки змінних прокладок між корпусом нижньої подушки і самої подушкою. Вкладиші подушок виготовлені з цельнопресованного текстоліту, бурти складові з листового текстоліту.

Змащування та охолодження підшипників робиться проточною фільтрованою водою. Крім того, до шийок валків подається і густе мастило через спеціальні отвори, виконані в подушках та бугелях. Перед тривалою зупинкою стану (більше 30 хв.) воду вимикають і вручну подають на шийки рідку, так звану «пускову», під час повільного обертання валків.

На рис. 1.3, а і б зображений в двох проекціях загальний вигляд робочої кліті блюмінга 1150.

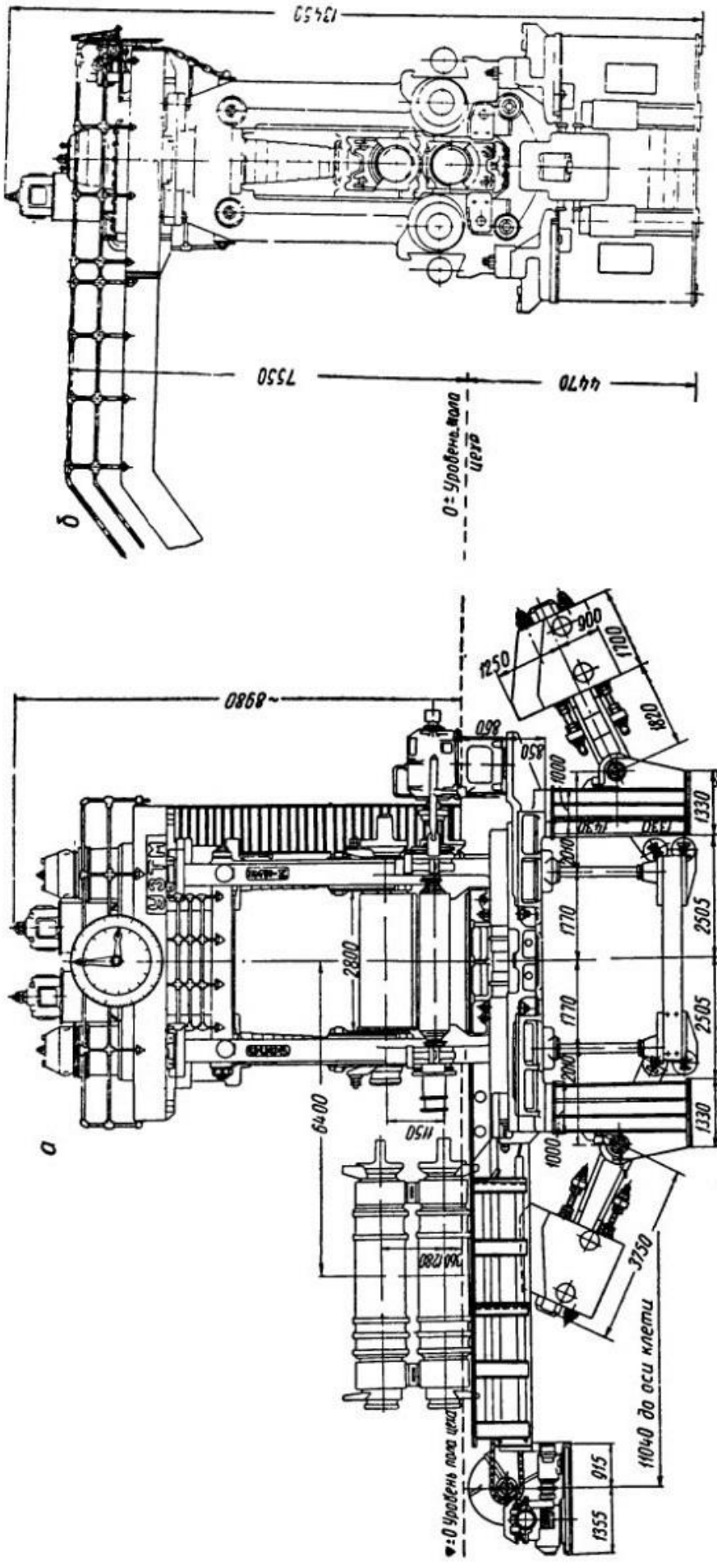


Рис. 1.3. Рабочая клеть блюминга 1150

Конструкція вузла подушок передбачає комплектну перевалку валків разом з подушками за допомогою ланцюгової передачі. Для цієї мети до корпусу нижньої подушки з боку перевалки валків приварений кронштейн для з'єднання з механізмом перевалки, обидва корпуси нижніх подушок в свою чергу з'єднані один з одним литою траверсою. Комплект валків разом з подушками висувається з робочої кліті по напрямних площинах нижньої траверси і рами механізму перевалки валків і забирається мостовим краном. Замість вилученого комплекту валків тим же механізмом для перевалки валків в робочу кліть вдвигається інший комплект валків, заздалегідь підготовлений і встановлений на додаткових напрямних, що мають поперечне переміщення від окремого гідравлічного циліндра. Корпуси верхніх подушок підвішуються до натискних гвинтів і переміщуються разом з ними.

Врівноважуючий пристрій - вантажний. Осі важелів врівноважуючого пристрою встановлені на поперечних плитовинах. Важелі шарнірно з'єднані з рухомою траверсою, в якій встановлені на сферичних підшипниках чотири штанги, пропущені через отвори в стійках станини. Штанги впираються в уступи бугелів.

Робоча кліть забезпечена швидкохідним натискним пристроєм, що забезпечує переміщення верхнього валка зі швидкістю до 180 мм/с. Привід натискних гвинтів, здійснюється від вертикальних електродвигунів через циліндричну зубчасту передачу з вертикальним розташуванням осей шестерень.

Натискний пристрій блюмінга 1150

На рис. 1.4, а, наведено кінематичні схеми натискних механізмів I і II типів, а на рис. 1.4, б - загальний вид натискного пристрою II типу для блюмінга 1150 конструкції УЗТМ.

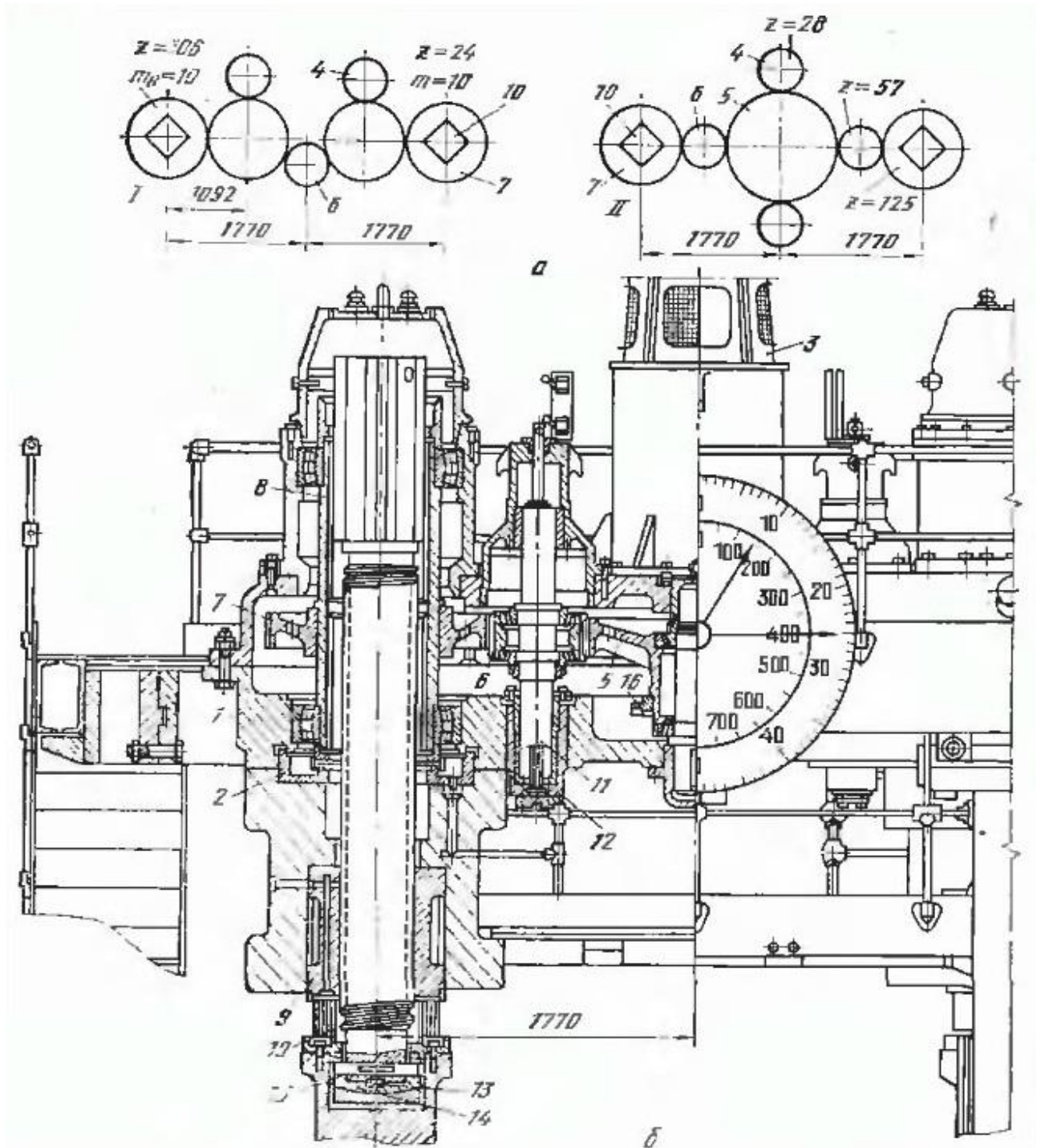


Рисунок 1.4: а - кінематичні схеми натискних механізмів I і II типів; б - загальний вигляд натискного механізму II типу для блюмінга 1150 конструкції УЗТМ

Литий сталевий корпус 1 закріплений на станинах робочої кліті та зцентрований з ними за допомогою двох настановних кілець 2. У корпусі розміщена горизонтальна косозуба циліндрична передача, що складається з семи зубчастих коліс і приводиться двома вертикальними фланцевими електродвигунами 3, змонтованими на верхній частині корпусу 1. Шестерні 4 (рис.1.4, а) насаджені безпосередньо на кінці валів електродвигунів і зчіплюються з паразитними колесами 5, які в свою чергу передають обертання зубчастим вінцям 7, які посаджені на високі маточини 8 з квадратними отворами. При обертанні коліс 7 і маточин 8 здійснюється обертання гвинтів в натискних гайках 9 і поступальне переміщення натискних гвинтів 10.

Сполучна шестерня 6 вільно посаджена на вісь, яка одночасно є плунжером 11 двох гідравлічних циліндрів 12, вмонтованих в корпус натискного пристрою і призначених для виведення шестерень 5 із зачеплення при необхідності роздільної роботи гвинтів (одного правого або лівого). При роботі стану порожнини верхніх циліндрів заповнені маслом, вихід якого з них перекритий, а з нижніх циліндрів масло витіснене в бак, встановлений зверху на майданчику. Практика експлуатації блюмінгів показала, що, незважаючи на наявність гальм на електродвигунах, відбувається самовідгвинчування натискних гвинтів внаслідок великих динамічних навантажень на них під час прокатки. З метою запобігання від самовідгвинчування на кінцях натискних гвинтів зроблені сферичні п'яти 14 збільшеного діаметру, в результаті чого декілька збільшується момент тертя в п'яті. Для зручності збирання і розбирання п'яту роблять окремою і закріплюють на натискному гвинті торцевою шпонкою 13 і наскрізним штифтом 15.

Показчик обтиснень приєднаний до натискного пристрою через проміжну конічну передачу 16.

Як було сказано раніше, врівноваження верхнього валка - вантажне. Натискний пристрій має привід від двох електродвигунів вертикального типу. Мастило рідке циркуляційне. Різьба однозаходна. Гайка натискного гвинта - бронзова, натискний гвинт - сталевий.

Таблиця 1.1 - Технологічні й технічні дані

Найменування	Величина
Швидкість пересування валків, мм/с	90 - 180
Середній діаметр різьби натискного гвинта, мм	440
Крок натискного однозаходного гвинта з трапецеїдальною різьбою, мм	48
Діаметр опорної п'яти натискного гвинта, мм	500
Кут скосу різьби,	30
Вага натискного гвинта, Н	90000
Вага верхнього валка з допоміжними деталями, Н	500000
Момент інерції всього механізму, Дж·с ²	42
Передавальне число редуктора	4.2
Цикл прокатки, с	90

Таблиця 1.2 - Діаграма переміщень натискного гвинта

№ пропуску	1 – 11	12	13	14	15	16 – 17	18
Величина переміщень, мм	40↓	810↑	110↓	95↓	595↑	30↓	490↑

2 РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАТИСКНОГО ПРИСТРОЮ

2.1 Вимоги до електропривода натискного пристрою

Електродвигун є головним елементом електропривода, так як він власне приводить у рух механізм пристрою який треба привести у механічну дію для виконання необхідних завдань.

Обтискні реверсивні стани гарячої прокатки, мають натискні пристрої з великою частотою включень в годину. Для таких натискних пристроїв застосовуються електродвигуни постійного струму і як правило, дводвигуновий привод. При великій частоті включень дуже важливо зменшити момент інерції приводу для цього і застосовується дводвигуновий привод, також з цієї ж причини на обтискних станах існує тенденція до зниження передавального числа редуктора натискного пристрою з заміною черв'ячної передачі циліндричної і з застосуванням двигунів вертикального виконання. Двдвигуновий електропривод також виходить більш надійним, тому що при виході з ладу одного електродвигуна можна продовжувати роботу з половинною потужністю, та при заклинюванні натискного гвинта, муфти зчеплення дозволяють впливати двома електродвигунами на один натискний гвинт.

Для надійної роботи пристрою обраний електродвигун має бути не менше потрібної потужності і мати не великий запас.

Системи керування дводвигуновими електроприводами повинні забезпечувати вирівнювання струмів окремих електродвигунів. Найбільш простим способом вирівнювання навантажень в багатодвигуновому приводі є послідовне з'єднання якорів двигунів. Це допустимо при наявності досить жорсткого механічного зв'язку між електродвигунами; крім того, ізоляція останніх повинна бути виконана на підвищену напругу, практично на повну напругу перетворювача.

2.2 Розрахунок потужності та вибір електродвигуна

Розрахуємо момент статичного опору приведений до валу двигуна при опусканні валка вниз:

$$\downarrow M_c = 1.1 \left[(P_y - (P_{el} + 2P_{не})) \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\beta) + (P_y - P_e) \frac{d_n}{3} \cdot \mu_n \right] \cdot \frac{1}{i \cdot \eta} =$$

$$1.1[(748000 - (500000 + 2 \cdot 90000)) \cdot \frac{440}{2} \operatorname{tg}(30) +$$

$$+ (478000 - 500000) \cdot \frac{500}{3} \cdot 0.018] \cdot \frac{10^{-3}}{4.2 \cdot 0.75} = 3276 (H \cdot m) \quad (2.1)$$

Оскільки момент статичного опору при опусканні верхнього валка є максимальним за цикл роботи механізму, задаємося його значенням для подальшого розрахунку потужності приводного двигуна.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

Кліть	i	h, мм	t _ц , с	J _{мех} , кгм ²	M _с , Нм	ε _{суц}	S _i , мм
Кліть обжимного стану	4,2	48	90	42	3276	0.456	40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 810 110 95 595 30 30 490

Для перевірки обраних електродвигунів по нагріванню використаний уточнений метод [4, 5].

Розраховуємо час роботи натискного пристрою для кожного проходу

Знаходимо середнє значення переміщення:

$$S_{cp} = \frac{40 \cdot 11 + 810 + 110 + 95 + 595 + 30 + 30 + 490}{18} = 145 (мм) \quad (2.2)$$

Знаходимо середній час роботи натискного пристрою:

$$\Delta t_{дон} = \frac{1}{18} \cdot t_u \cdot \varepsilon = \frac{1}{18} \cdot 90 \cdot 0,21 = 1.05 (с) \quad (2.3)$$

Орієнтовний час роботи натискного пристрою на кожному проході визначаємо пропорційно переміщенню. Прийmemo середню величину одного переміщення $S_{cp1} = S_{cp} / 3.3 = 43.771$. Наприклад для 1-го - 11-го проходів:

$$\Delta t_1 = \Delta t_{дон} \frac{S_1}{S_{cp1}} = 1.05 \cdot \frac{40}{43.77} = 0.99 (с) \quad (2.4)$$

Інші дані часу роботи натискного пристрою розраховуються аналогічно, результати представлені в таблиці 2.2

Для кожного програмного забезпечення S_i і відповідного йому максимально-допустимого часу відпрацювання Δt_i розраховуються величини максимумів швидкості.

$$V_{\text{імреб}} = \frac{2S_i}{\Delta t_i}; \quad (2.5)$$

Для 1-го - 11-го проходів:

$$V_{\text{імреб}} = \frac{2S_1}{\Delta t_1} = \frac{2 \cdot 40}{0.99} = 80.808 (\text{мм} / \text{с}) \quad (2.6)$$

Дані швидкості для інших проходів представлені в таблиці 2.2

Знаходимо середню величину швидкості по відношенню до максимумів трикутників:

$$V_{\text{уст}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{\text{імреб}}; \quad (2.7)$$

$$V_{\text{уст}} = \frac{1}{18} (V_{\text{1імреб}} + V_{\text{2імреб}} + V_{\text{3імреб}} + V_{\text{4імреб}} + V_{\text{5імреб}} + V_{\text{6імреб}} + \\ + V_{\text{7імреб}} + V_{\text{8імреб}} + V_{\text{9імреб}} + V_{\text{10імреб}} + V_{\text{11імреб}} + V_{\text{12імреб}} + V_{\text{13імреб}} + \\ + V_{\text{14імреб}} + V_{\text{15імреб}} + V_{\text{16імреб}} + V_{\text{17імреб}} + V_{\text{18імреб}}) = 80.8081; \quad (2.8)$$

Знаходимо величину еквівалентного прискорення для трикутної діаграми:

$$a_{\epsilon\Delta} = \frac{4S_i}{\Delta t_i^2}; \quad (2.9)$$

Мінімальний трикутник:

Для 16-го і 17-го проходів величина прискорення дорівнюватиме:

$$a_{\epsilon\Delta} = \frac{4 \cdot 30}{0.726^2} = 227.671 (\text{мм} / \text{с}^2) \quad (2.10)$$

Максимальний трикутник:

Для 1-го - 11-го проходів величина прискорення дорівнюватиме:

$$a_{\epsilon\Delta} = \frac{4 \cdot 40}{0.99^2} = 163.249 (\text{мм} / \text{с}^2) \quad (2.11)$$

Знаходимо величину еквівалентного прискорення для трапецеїдальної діаграми:

$$a_{e\Xi} = \frac{V_{ycm}^2}{\Delta t_i^2 V_{ycm} - S_i}; \quad (2.12)$$

Для 12-го проходу величина прискорення дорівнюватиме:

$$a_{e\Xi} = \frac{80.9877^2}{19.8^2 \cdot 80.9877 - 810} = 8.265 (\text{мм} / \text{с}^2); \quad (2.13)$$

Дані прискорення для інших проходів представлені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Розрахунок величин еквівалентних прискорень

S_i , мм	Δt_i , с	$V_{i \text{ преб}} = \frac{2S_i}{\Delta t_i}$, мм/с	$a_{\Delta} = \frac{4S_i}{\Delta t_i^2}$, мм/с ²	$a_{\square} = \frac{V_m^2}{\Delta t_i V_m - S_i}$, мм/с ²
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
40	0.99	80.808	163.249	163.249
810	19.8	81.818	8.264	8.265
110	2.64	83.333	63.131	63.184
95	2.31	82.251	71.213	71.23
595	14.52	81.956	11.289	11.29
30	0.726	82.645	227.671	227.766
30	0.726	82.645	227.671	227.766
490	13.2	74.242	11.249	11.327

Вибираємо максимальну необхідну величину еквівалентного прискорення з урахуванням осевої швидкості переміщення натискних гвинтів.

Розрахункова величина критичного переміщення виконавчого органу:

$$S_{кр} = \frac{V_{уст}^2}{a_{э.макс}} = \frac{80.9877^2}{163.249} = 40.178 \text{ мм} \quad (2.14)$$

Швидкість двигуна:

$$n_n = \left(\frac{2\pi \cdot i}{h} \right) \cdot \frac{30}{\pi} V_{уст} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4,2}{48} \cdot 80.9877 \cdot \frac{30}{3,14} = 425.186 \text{ об / мин} \quad (2.15)$$

$$\Delta t_{S_{кр}} = \frac{2V_{уст}}{a_{э.макс}} = \frac{2 \cdot 80.9877}{163.249} = 0.992 \text{ с} - \text{ час відпрацювання критичного переміщення};$$

$a_{э.макс} = 163.249 \text{ мм} / \text{с}^2$ - прийнята максимальна величина еквівалентного прискорення на основі аналізу попереднього розрахунку діаграми руху (табл. 2.2);

Перерахунковий коефіцієнт (враховуючий постійні втрати α в електродвигуні і погіршення умов охолодження β в невстановлених процесах і в періоди пауз):

$$\xi = \sqrt{1 + \frac{(\varepsilon_k - \varepsilon)(\alpha + 1)}{\varepsilon \left(\frac{\varepsilon}{\beta} - \varepsilon_k + 1 \right)}} \approx \sqrt{\frac{\varepsilon_k}{\varepsilon}} = \sqrt{\frac{0.4}{0.456}} = 0.937; \quad (2.16)$$

Фактична тривалість вмикання приводних двигунів:

$$\varepsilon = \frac{m \cdot S_{кр} + \sum S_i + 2 \cdot \sqrt{S_{кр}} \cdot \sum \sqrt{S_i}}{V_{уст} t_{ц}} = \frac{5 \cdot 40.178 + 2100 + 2 \cdot \sqrt{40.178} \cdot 80.525}{80.9877 \cdot 90} = 0.456 \quad (2.17)$$

$\sum S_i$, мм - для визначення $\sum_{i=1}^m S_i$ враховуються тільки ті переміщення, для яких $S_i > S_{кр}$ ($m=5$ - кількість переміщень, більших за критичне);

$\sum \sqrt{S_i}$ - для визначення $\sum_{i=1}^q \sqrt{S_i}$ підсумовування проводиться для переміщень

$S_i < S_{кр}$ ($q=13$ - кількість переміщень, менших критичного)

Визначаємо коефіцієнти k_1 і k_2 часткового вмісту переміщень відповідно великих і менших переміщень в загальній програмі переміщень:

$$k_1 = \frac{\sum S_i - S_{кр} m}{m \cdot S_{кр} + \sum S_i + 2 \cdot \sqrt{S_{кр}} \cdot \sum \sqrt{S_i}} = \frac{2100 - 5 \cdot 40.178}{5 \cdot 40.178 + 2100 + 2 \cdot \sqrt{40.178} \cdot 80.525} = 0.572; \quad (2.18)$$

$$k_2 = \frac{\sqrt{S_{kp}} \cdot \sum \sqrt{S_i} + S_{kp} m}{m \cdot S_{kp} + \sum S_i + 2 \cdot \sqrt{S_{kp}} \cdot \sum \sqrt{S_i}} = \frac{\sqrt{40.178} \cdot 80.525 + 40.178 \cdot 5}{5 \cdot 40.178 + 2100 + 2 \cdot \sqrt{40.178} \cdot 80.525} = 0.214; \quad (2.19)$$

Номінальна необхідна потужність електроприводу, наведена до величини каталожної тривалості вмикання $\varepsilon_k = 0,4$ і величина кратності пуско-гальмівних струмів, що забезпечують роботу електродвигуна без перегріву для випадку стабілізації динамічного моменту електроприводу:

$$\begin{aligned} P_{н.треб}^{|M_{дин}|=const} &= \frac{J'_\Sigma \cdot \omega_n^2}{\Delta t_{S_{kp}} \cdot \xi} \sqrt{8k_2 + \left(\frac{\Delta t_{S_{kp}} M_c}{J'_\Sigma \cdot \omega_n} \right)^2} = \\ &= \frac{50.4 \cdot 43.982^2}{0.992 \cdot 0.937} \sqrt{8 \cdot 0.214 + \left(\frac{0.992 \cdot 3276}{50.4 \cdot 43.982} \right)^2} = 206.149 \text{ кВт} \end{aligned} \quad (2.20)$$

Коефіцієнт завантаження двигуна приймаємо рівним $k_{загр}=0,6$.

Перевантажувальна здатність:

$$\lambda_{нм}^{|M_{дин}|=const} = k_{загр} \sqrt{\frac{\xi^2 - \left(\frac{M_c \omega_n}{P_{н.треб}} \right)^2}{k_2 \cdot 2}} = 0.6 \sqrt{\frac{0.937 - \left(\frac{3276 \cdot 43.982}{206.149 \cdot 10^3} \right)^2}{0.214 \cdot 2}} = 0.572; \quad (2.21)$$

З [7] вибираємо двигун з вбудованим вентилятором

1GG6 258-0NA-1VV1 з номінальними даними:

$P_{н.двиг} = 121$ кВт; $M_{н.двиг} = 2140$ Нм; $n_{н.кат} = 540$ об/мин; $U_n = 420$ В; $I_n = 328$ А;
 $J_{дв} = 4.2$ кгм²; $ПВ_{кат} = 100\%$.

Перераховуємо коефіцієнт завантаження двигуна:

$$k_{загр.н} = \frac{P_{н.треб}^{|M_{дин}|=const}}{P_{н.двиг} \cdot 2} = \frac{206.149 \cdot 10^3}{2 \cdot 121 \cdot 10^3} = 0.852 \quad (2.22)$$

Перевантажувальна здатність:

$$\lambda_{нм}^{|M_{дин}|=const} = k_{загр.н} \sqrt{\frac{\xi^2 - \left(\frac{M_c \omega_n}{P_{н.треб}} \right)^2}{k_2 \cdot 2}} = 0.687 \sqrt{\frac{0.937^2 - \left(\frac{3276 \cdot 43.982}{206.149 \cdot 10^3} \right)^2}{0.214 \cdot 2}} = 0.812; \quad (2.23)$$

Номінальна швидкість двигуна:

$$\omega_{н.кат} = \frac{\pi \cdot n_{н.кат}}{30} = \frac{\pi \cdot 540}{30} = 56.549 \text{ (1/c)}; \quad (2.24)$$

Розрахуємо діаграми руху для кожного переміщення.

При переміщенні менших критичного ($S_i < S_{кр}$) рух буде здійснюватися за трикутною тахограмою. Час пуску і гальмування та максимальну швидкість розраховуємо за виразами

$$t_{ni} = t_{zi} = \sqrt{\frac{S_i}{a_{\text{э.макс}}}}; V_{mi} = \sqrt{S_i a_{\text{э.макс}}}. \quad (2.25)$$

При критичному переміщенні маємо трикутну тахограму в якій максимальна швидкість дорівнює усталеній. Час пуску і гальмування визначаємо з часу відпрацювання критичного переміщення

$$t_{нк} = t_{зк} = \frac{V_{уст}}{a_{\text{э.макс}}} = \frac{\Delta t_{S_{кр}}}{2} = \frac{0.992}{2} = 0.496 \text{ с} \quad (2.26)$$

При переміщеннях більших критичного ($S_i > S_{кр}$) матимемо ділянку роботи з усталеною швидкістю $V_{уст}$. Час пуску і гальмування такі ж як і при відпрацюванні критичного переміщення. Час усталеного руху

$$t_{yi} = \frac{S_i - S_{кр}}{V_{уст}}. \quad (2.27)$$

Результати розрахунку часів руху та максимальних швидкостей наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок тахограм

Прохід	S_i , мм	Тип тахограми	$t_{ni} = t_{zi}$, с	t_{yi} , с	$V_{уст}$, мм/с
1-11	40	Δ (критичний)	0,496	-	80,98
12	810	трапеція	0,496	9,505	80,98
13	110	трапеція	0,496	0,862	80,98
14	95	трапеція	0,496	0,677	80,98
15	595	трапеція	0,496	6,85	80,98
16-17	30	Δ	0,429	-	69,98
18	490	трапеція	0,496	5,55	80,98

Прискорення при пуску і гальмуванні прийняті однаковими, тому динамічні моменти при пуску і гальмуванні однакові. Динамічний момент, приведений до вала двигуна (сумарний на 2 двигуна)

$$M_j = J_{\Sigma} a_{\Sigma \max} \left(\frac{2\pi i_p}{h} \right) = 50.4 \cdot 163.249 \left(\frac{2 \cdot 3.14 \cdot 4.2}{48} \right) = 4523 \text{ Нм.} \quad (2.28)$$

де J_{Σ} – сумарний момент інерції електропривода,

$$J_{\Sigma} = J_{\text{мех}} + 2 \cdot J_{\text{д}} = 42 + 2 \cdot 4.2 = 50.4 \text{ кгм}^2 \quad (2.29)$$

Динамічний і статичний моменти у відносних одиницях в перерахунку на один двигун

$$\lambda_j = \frac{M_j}{2M_n} = \frac{4523}{2 \cdot 2140} = 1.057; \quad M_{co} = \frac{M_c}{2M_n} = \frac{3.276}{2 \cdot 2140} = 0.766. \quad (2.30)$$

Відносні значення моментів при пуску і гальмуванні

$$\begin{aligned} M_{cn} &= M_{co} + \lambda_j = 0.766 + 1.057 = 1.823; \\ M_{cz} &= M_{co} - \lambda_j = 0.766 - 1.057 = -0.292. \end{aligned} \quad (2.31)$$

Діаграми руху та навантажувальні діаграми, побудовані за розрахованими даними, наведені на рисунках 2.1 – 2.4.

3.6 Резервування в силовій схемі та в ланцюзі збудження

Як резервний агрегат UZR1, для живлення якірних ланцюгів електромеханічного натискного пристрою верхніх валків кліті застосований комплектний тиристорний електропривод SIMOREG DC MASTER 6RM7081-6DV02 (таблиця 3.1), однодвигунний, з реверсом струму в якірному ланцюзі, трансформаторне підключення до мережі, з лінійним контактором і пристроєм динамічного гальмування, з убудованим пристроєм збудження двигуна; ізпрограмувальними засобами керування, з однозонною системою регулювання швидкості зі зворотним зв'язком по швидкості від імпульсного датчика швидкості, з мережними зв'язками Profibus DP й CAN.

Як резервний агрегат UZR2 застосований такий же комплектний електропривод як й UZR1.

Трансформатори сухі ТСЗП-250/0,7У3 виконання 3 (Y / Δ) (таблиця 3.2) ТА11 і ТА21 для живлення тиристорного перетворювача.

З метою забезпечення безперебійної роботи застосована система автоматичного включення резерву (АВР). При цьому електродвигун підключається до резервного тиристорного перетворювача UZR1, а перемикання на резервний тиристорний перетворювач UZR2 здійснюється вручну за допомогою перемикачів QS13, QS14 й QS23, QS24 у шафах керування А1, А2, А3 відповідно.

Перемикання на роботу з резервним UZR1 виробляється в шафах А1, А2, А3 силовими контакторами якірного ланцюга й обмотки збудження.

Перемикання контрольних ланцюгів і ланцюгів керування виробляється в шафах А1, А2, А3 за допомогою реле.

Перемикання електродвигуна на живлення від резервного тиристорного перетворювача виробляється при відключеному живленні основних ланцюгів і зупиненому приводі.

Зборка схеми виробляється кнопкою SB1, установлюваної на двері шафи перемикання на резерв (А1, А3). При цьому виконується контроль стану

контакторів шафи А2, що підключають двигун до резервного перетворювача UZR1.

Контроль правильності перемикання на резерв виробляється системою керування. При перемиканні на резерв контакти контактора відповідного перетворювача, робочого або резервного, підключені на дискретний вхід системи керування, подають інформацію в систему керування про необхідність переключення в робочий стан цього перетворювача.

З появою сигналу аварії в робочому КТЕ відбувається динамічне гальмування, після його закінчення - гасіння поля двигуна до нуля. Контроль часу здійснюється за допомогою реле часу в шафі перемикання на резерв. Виробляється команда на включення контакторів, що підключають головний ланцюг і ланцюг збудження двигуна до резервного перетворювача UZR1.

Контактори шафи А2 підключення до резервного перетворювача включаються автоматично по сигналах із шаф А1, А3. При аварії в резервному агрегаті відбувається динамічне гальмування й після його закінчення гасіння поля двигуна до нуля.

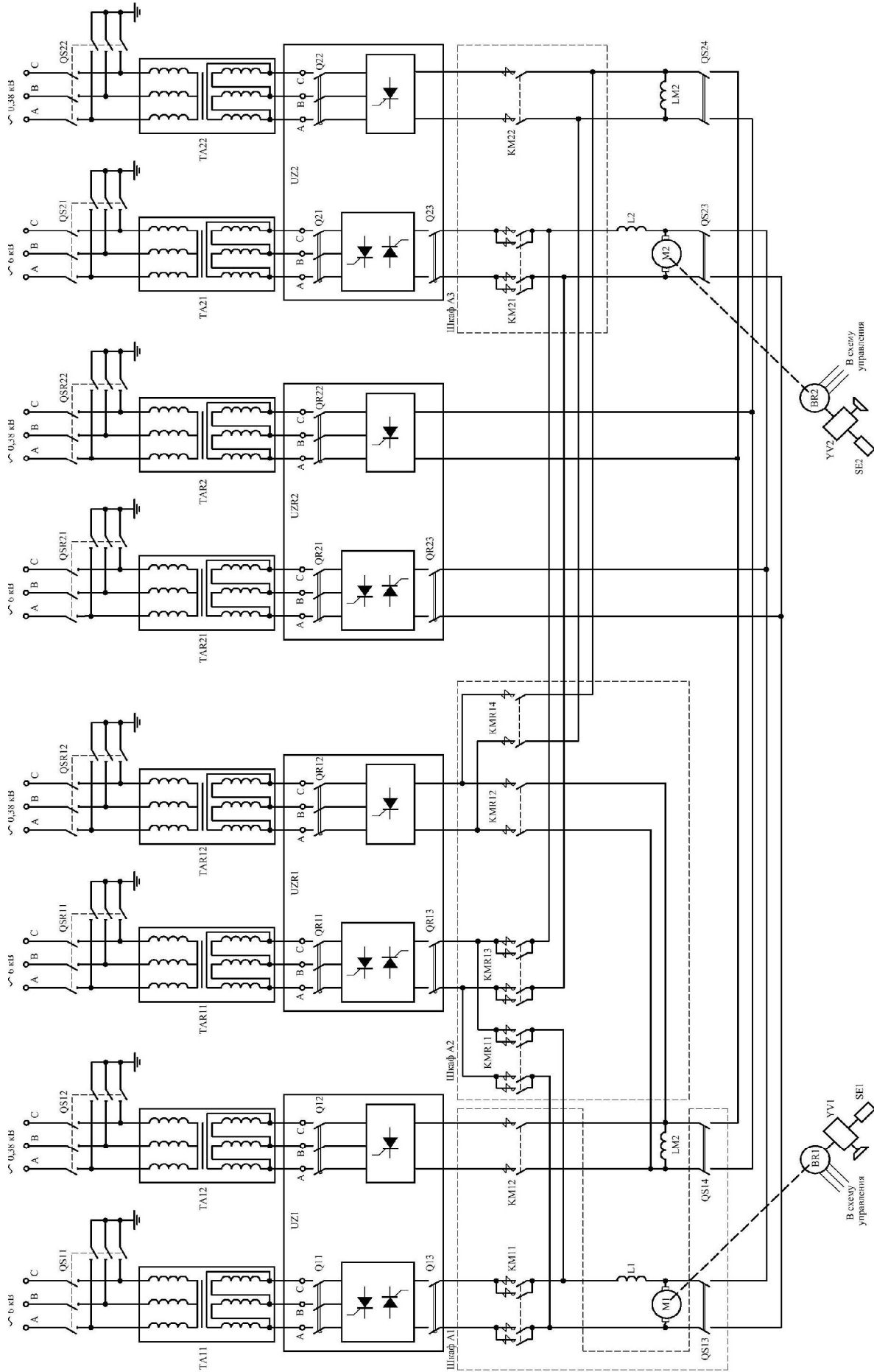


Рисунок 3.1 – Принципова схема силового ланцюга натискного пристрою

3.7 Мережа PROFIBUS CP

PROFIBUS CP - це мережа для цехових і польових галузей у відкритій, гетерогенній комунікаційній системі SIMATICNET. Фізично PROFIBUS- це електрична мережа на основі екранованої пари або оптична мережа на основі оптоволоконного кабелю.

Простота параметрування пояснюється опційною конфігурацією доступних функціональних блоків. Опційна конфігурація означає, що зв'язки між окремими функціональними блоками можуть бути вибрані за допомогою параметрів, які в свою чергу доступні у вигляді конекторів. Тобто конекторами звуться змінні обчислювані величини (або Const-англ), які можуть бути доступні в межах функціонального блоку. Всі конектори пронумеровані, мають свій вихідний сигнал і точку входу в аналоговій схемі.

Всі вихідні цифрові величини і важливі двоїчні сигнали функціональних блоків доступні як бінектори. Вони подібно коннекторам перетворюють свій вихідний сигнал в точку входу в цифровій схемі. Сигнали бінекторів найчастіше використовуються як сигнали для перемикачів вибору.

Перемикачі вибору - це функціональні блоки, які встановлюють відповідні параметри вибору. Вхід визначається введенням номера конектора або бінектора, який повинен бути застосований як вхідна величина в параметрі для відповідного перемикача вибору.

Сформувані завдання на швидкість можна декількома способами:

- аналоговий вхід. Завданням виступає джерело постійної напруги ± 10 В або джерело струму 20 mA;
- цифровий вхід;
- від вбудованого моторопотенціометру;
- через послідовний інтерфейс.

3.8 Математичний опис об'єкта керування

При синтезі системи керування натискним пристроєм приймаються звичайні для систем електропривода допущення, які лінеаризують силову частину об'єкта керування - двигун і регульоване джерело живлення ланцюга якоря. При математичному описі не враховується вплив пружних елементів, вплив гістерезису, вихрових струмів і реакції якоря. Коефіцієнти передач і постійні часу структурних елементів електропривода приймаються незмінними.

Об'єктом керування в даній системі виступає тиристорний перетворювач, електродвигун і механічна частина (безпосередньо натискний пристрій).

Таким чином, електродвигун представимо у вигляді трьох типових ланок: аперіодичної ланки першого порядку (електрична частина двигуна) і інтегруючої ланки (механічна частина), охоплених негативним зворотним зв'язком по ЕРС двигуна. Ланка переходу від обертового руху електропривода в поступальний відображена у вигляді інтегруючого елемента з коефіцієнтом передачі:

$$k_s = \frac{h}{2\pi i_p} = \frac{48}{2 \cdot 3,14 \cdot 4,2} = 1,819 \text{ мм / рад.} \quad (3.9)$$

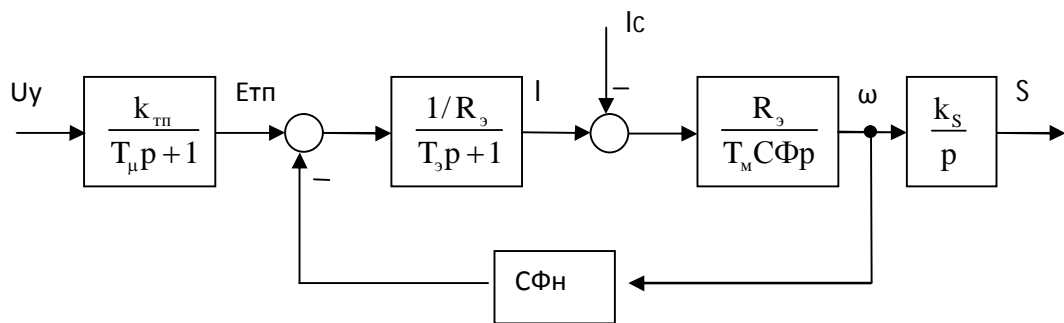


Рисунок 3.2 - Структурна схема об'єкта керування

3.9 Розрахунок основних параметрів силової частини електропривода

Визначимо електричні параметри обраних електродвигунів.

Розрахункова величина номінального потокозчеплення по ЕРС двигуна:

$$C\Phi = \frac{U_n - I_n \cdot r_{\text{я}}}{\omega_n} = \frac{420 - 328 \cdot 0,138}{56,549} = 6,627 \text{ В} \cdot \text{с}, \quad (3.10)$$

де $r_{\text{я}} = 0,138 \text{ Ом}$ - активний опір якірної обмотки двигуна в гарячому стані (120°C);

$\omega_n = 56,549 \text{ с}^{-1}$ - номінальна швидкість обертання вала двигуна.

Номінальний момент електродвигуна:

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n} = \frac{121 \cdot 10^3}{56,549} = 2140 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.11)$$

Розрахуємо величину сумарного опору якірного ланцюга електропривода:

$$R_{\Sigma} = r_{\text{я}} + 2r_{\text{тр}} + r_{\text{к}} + r_{\text{ср}} + r_{\text{шин}}, \text{ Ом}, \quad (3.12)$$

де $r_{\text{к}}$ - еквівалентний опір, що враховує комутаційне спадання напруги в тиристорному перетворювачі, обумовлене формулою:

$$r_{\text{к}} = \frac{x_{\text{тр}} \cdot m}{2 \cdot \pi} = \frac{0,033 \cdot 6}{2 \cdot 3,14} = 0,031 \text{ Ом}; \quad (3.13)$$

$r_{\text{шин}}$ - активний опір ошиновки при номінальному струмі якоря:

$$r_{\text{шин}} = 0,1 \cdot r_{\text{я}} = 0,1 \cdot 0,138 = 0,014 \text{ Ом}; \quad (3.14)$$

$r_{\text{ср}} = 0,0047 \text{ Ом}$ - активний опір дроселя, що згладжує.

Таким чином, маємо:

$$R_{\Sigma} = 0,138 + 2 \cdot 0,012 + 0,031 + 0,0047 + 0,014 = 0,211 \text{ Ом}.$$

Електромагнітну постійну часу знайдемо з вираження:

$$T_3 = \frac{L_{\text{я}} + 2L_{\text{тр}} + L_{\text{ср}}}{R_3} = \frac{0,005 + 2 \cdot 0,0001039 + 0,002059}{0,211} = 0,034 \text{ с.} \quad (3.15)$$

Електромеханічну постійну часу знайдемо з вираження:

$$T_M = \frac{J_{\Sigma} \cdot R_3}{(C\Phi_n)^2} = \frac{50,4 \cdot 0,211}{(6,627)^2} = 0,242 \text{ с.} \quad (3.15)$$

Коефіцієнт передачі тиристорного перетворювача при синусоїдальній опорній напрузі:

$$k_{\text{тп}} = \frac{E_{d0}}{U_{y.\text{max}}}, \quad (3.16)$$

де $E_{d0} = 561,6\text{В}$, максимальне значення ЕРС тиристорного перетворювача, обумовлене по наступному вираженню;

$U_{y.\text{max}} = 10 \text{ В}$ - максимальне значення керуючої напруги.

$$k_{\text{тп}} = \frac{561,6}{10} = 56,16.$$

5 ЦИФРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПІДПОРЯДКОВАНОГО КЕРУВАННЯ

Цифрове моделювання розрахованої системи здійснюється в середовищі моделювання динамічних систем Matlab/Simulink. Створена цифрова модель позиційної системи підпорядкованого управління двигуном постійного струму, що має у своєму складі ПІ-регулятор струму, ПІ-регулятор швидкості, лінійний регулятор положення і задатчик інтенсивності швидкості приведена на рис. 5.1. Внутрішні структури підсистем (Subsystem) типових вузлів схеми приведені на рис. 5.2 - 5.5.

При реалізації регуляторів струму, швидкості і положення в цифровій моделі враховувалося їх насичення. Наприклад, при побудові моделі ПІ-регулятора недостатньо обмежити тільки його вихідну напругу за допомогою блоку Saturation, оскільки внутрішня інтегральна складова блоку при цьому може накопичувати в перехідному процесі значення, що перевершують передбачуваний поріг насичення. З цієї причини використання стандартного блоку PID-Controller, представленого у бібліотеці SimulinkExtras/AdditionalLiner неприпустимо. Моделі регуляторів коректно враховують поріг насичення регулятора (див. рис. 5.3 - 5.4). Графіки перехідних процесів при відпрацюванні критичного пересування (переміщення механізму; швидкість обертання двигуна; струм якірного ланцюга системи; ЕРС силового перетворювача; вихідна напруга регулятора положення; вихідна напруга регулятора швидкості; вихідна напруга регулятора струму; вихідна напруга задатчика інтенсивності швидкості) приведені на рис. 5.5 - 5.6. Процеси при відпрацюванні переміщення 2Skp наведені на рисунку 5.7. Процеси при варіації еквівалентного опору (збільшення і зменшення в 2 рази) наведені на рисунку 5.8. Процеси при зміні моменту інерції електропривода (збільшення і зменшення в 1,5 рази) наведені на рисунку 5.9.

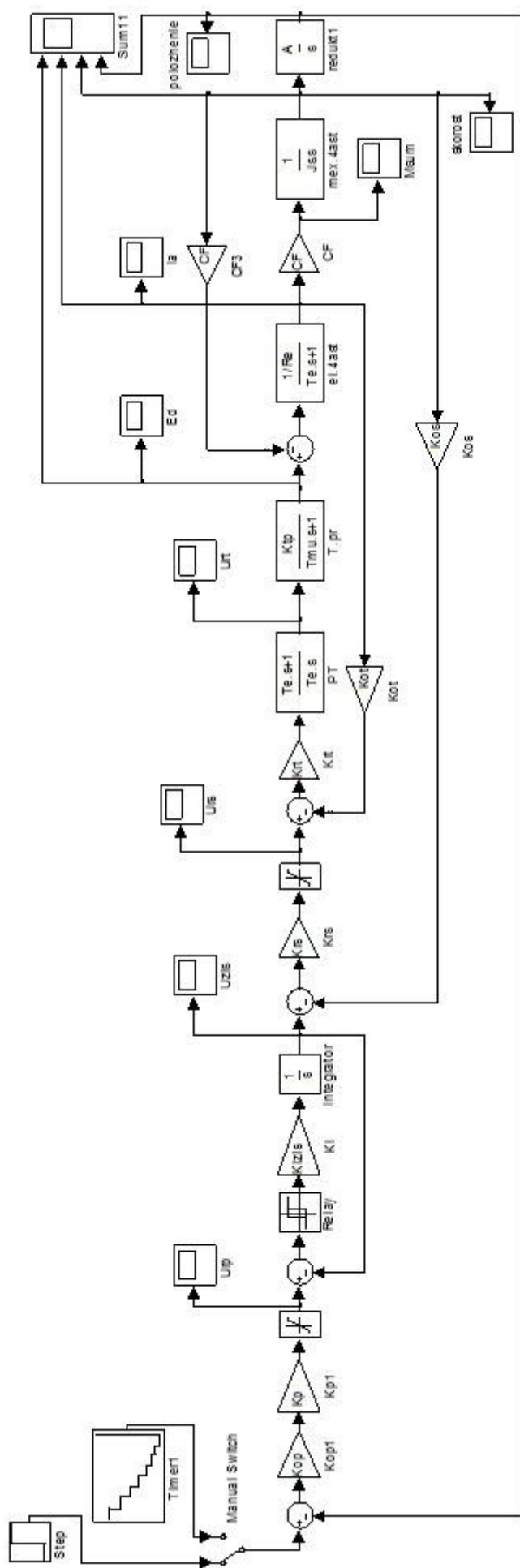


Рисунок 5.1 - Цифрова математична модель позиційної системи підрядкованого керування

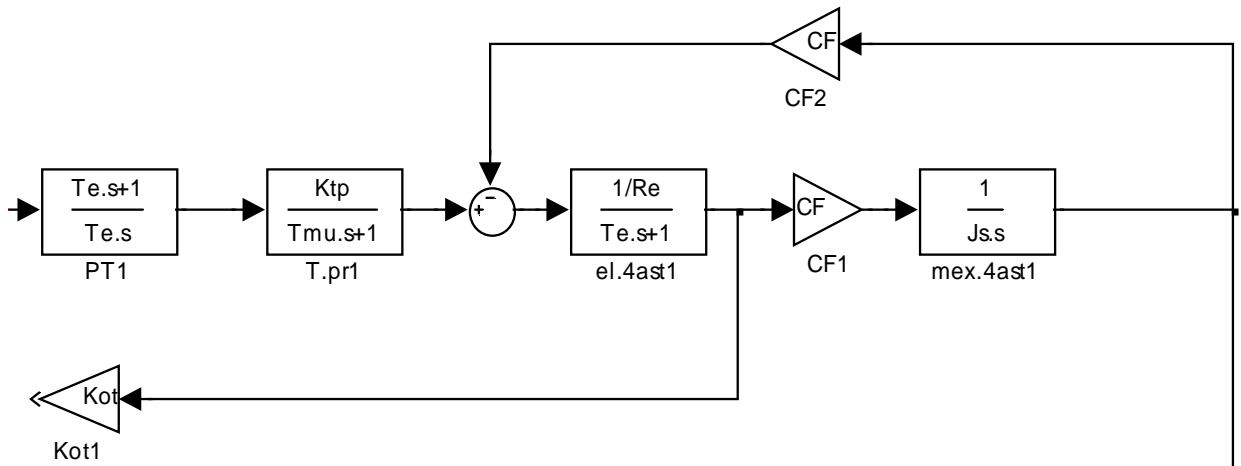


Рисунок 5.2 – Структура підсистеми двигуна постійного струму

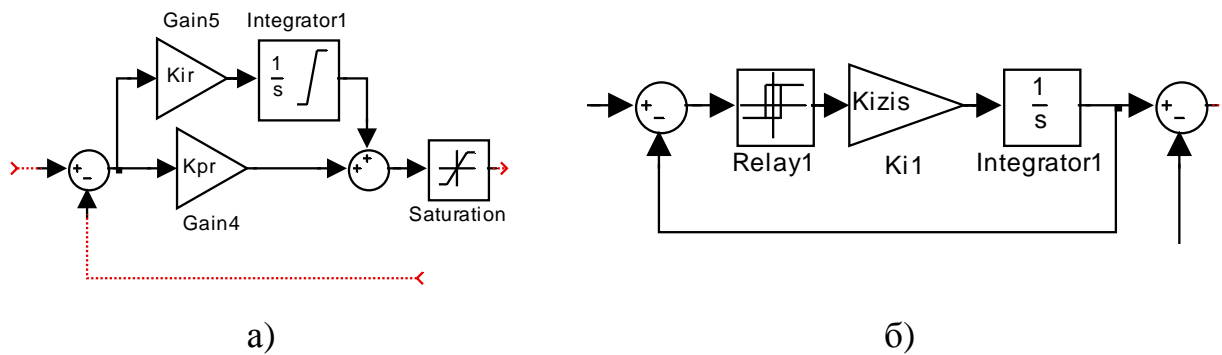


Рисунок 5.3 – "ПІ-регулятор" струму і швидкості, що враховує поріг насичення регулятора швидкості (а); задатчик інтенсивності швидкості (б)

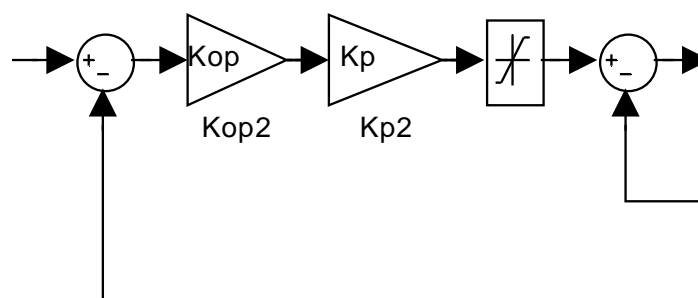


Рисунок 5.4– "ПІ-регулятор" положення, що враховує поріг насичення регулятора

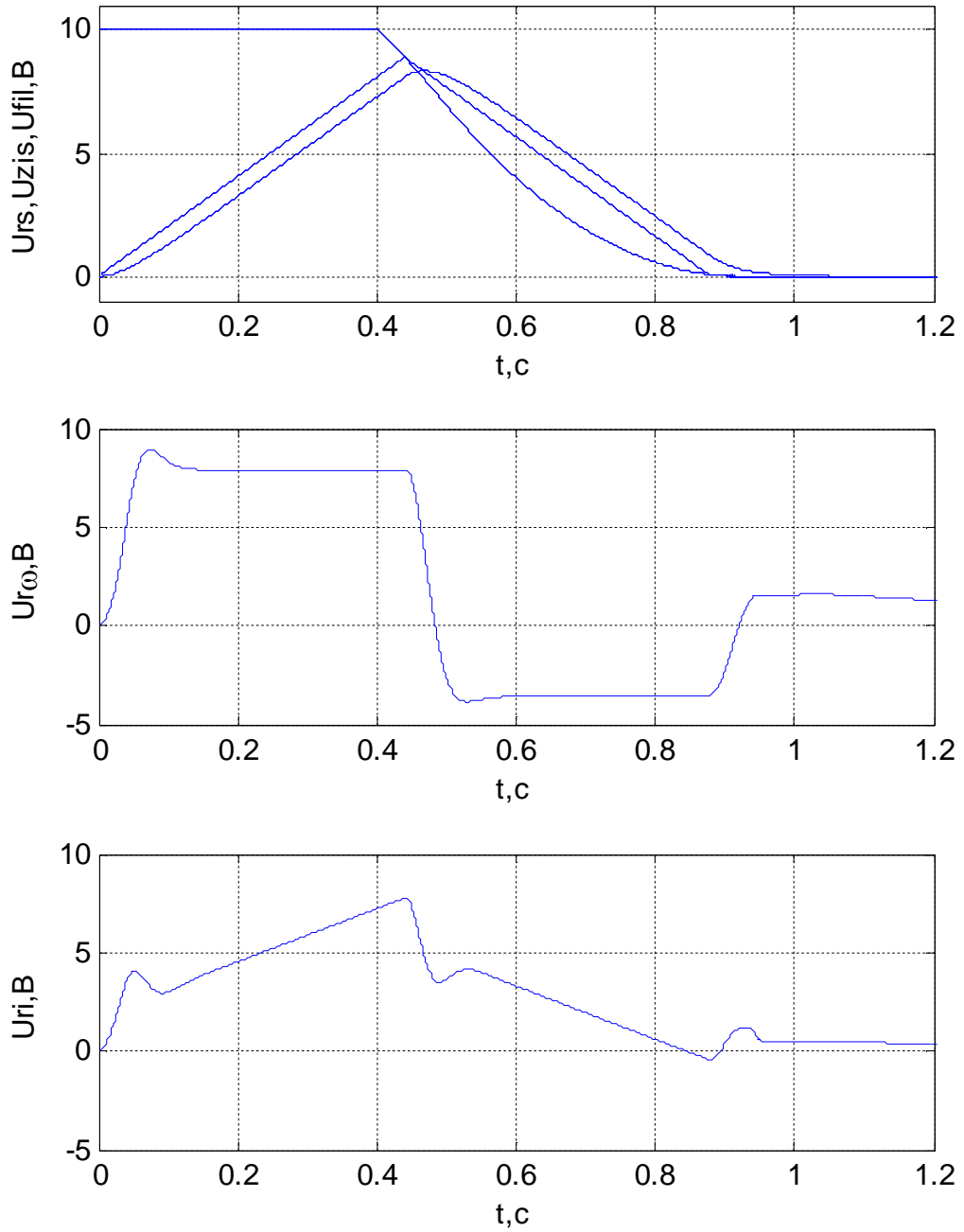


Рисунок 5.5–Відпрацювання критичного переміщення.

Процеси в регулюючій частині

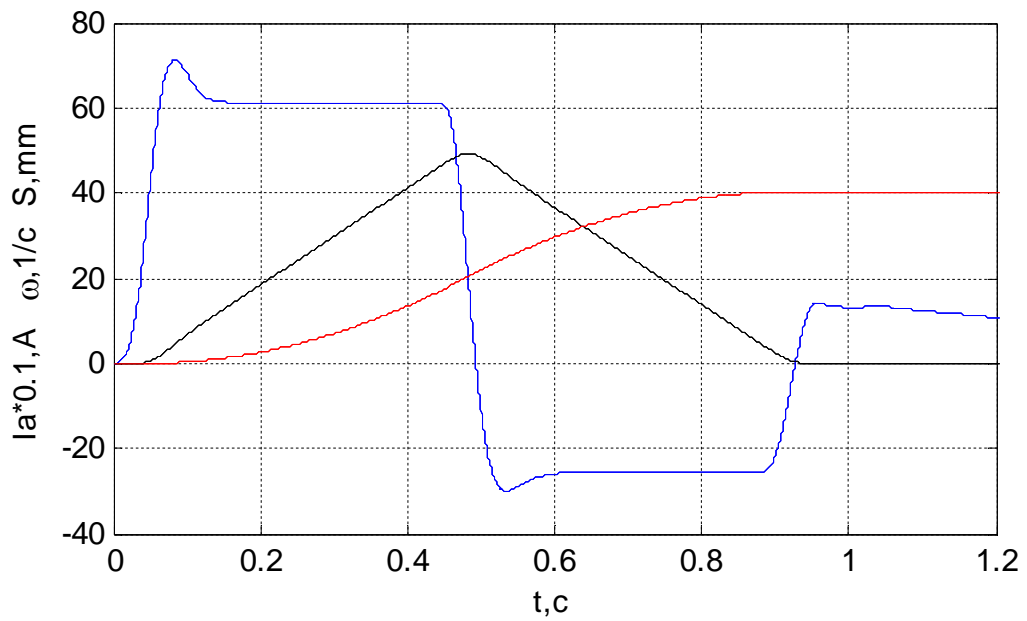
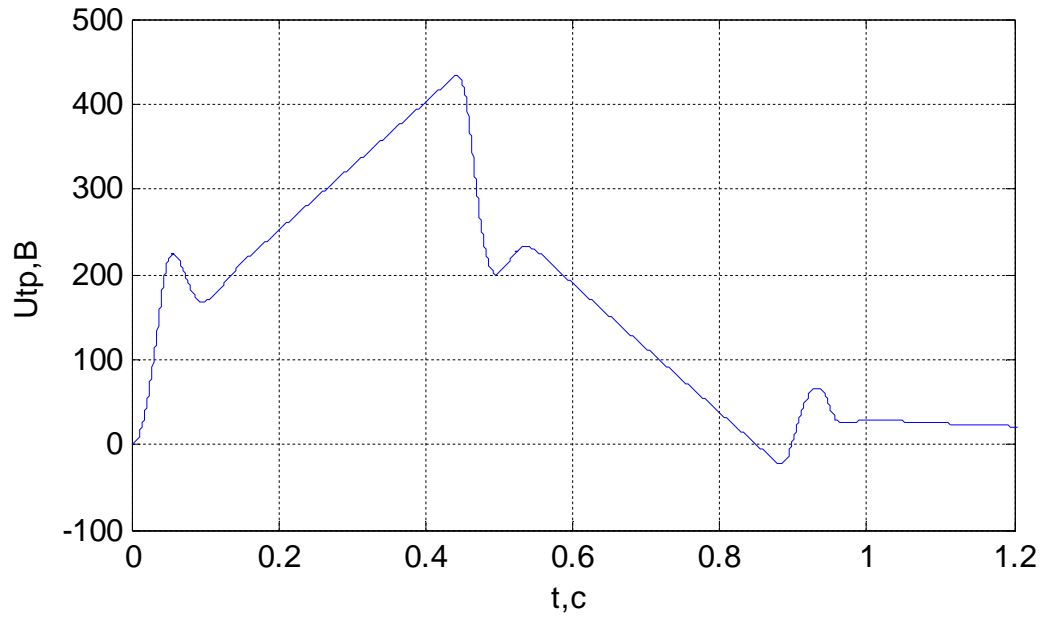


Рисунок 5.6–Відпрацювання критичного переміщення.

Процеси в силовій частині та механічні процеси

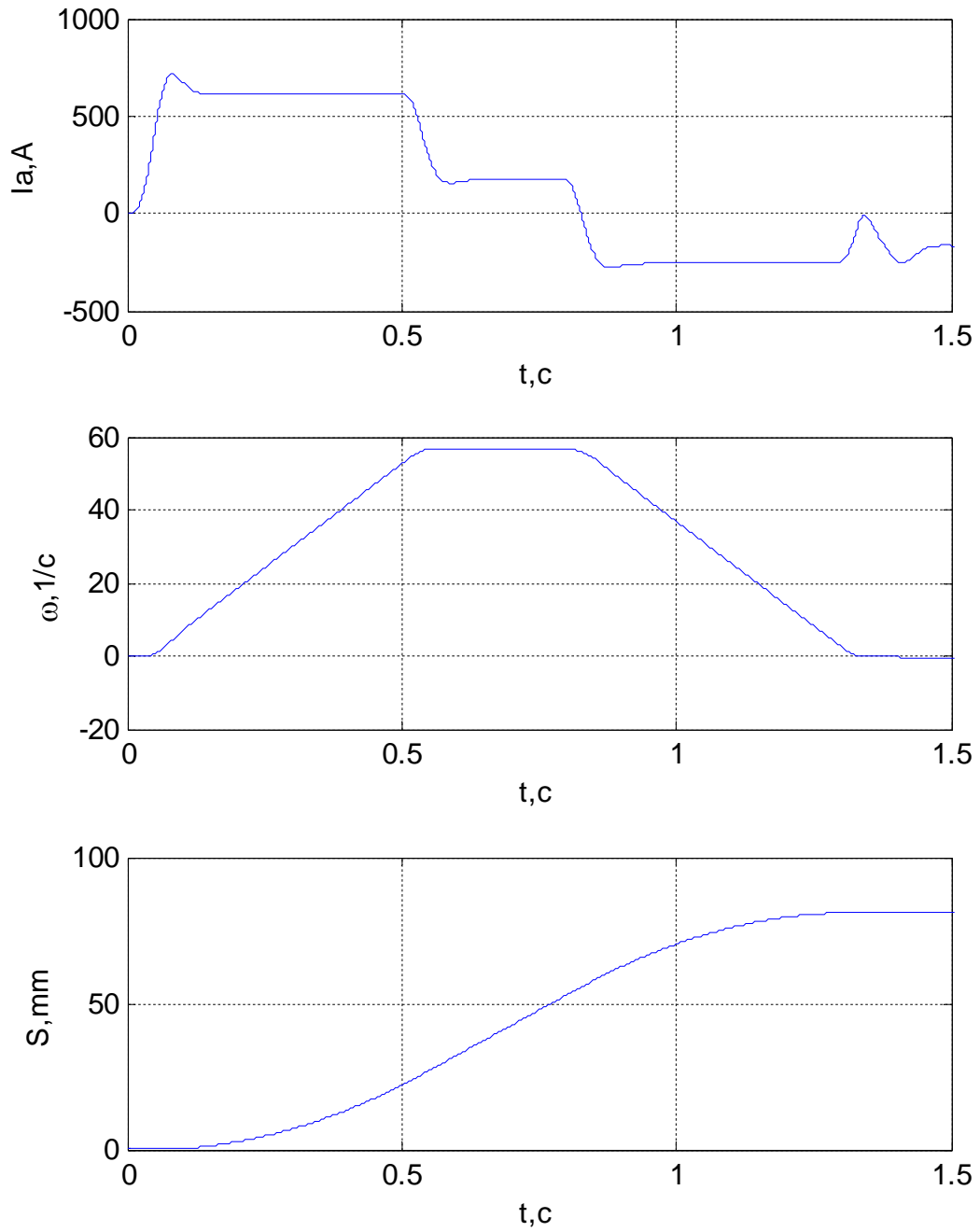


Рисунок 5.7–Відпрацювання переміщення 2Скр

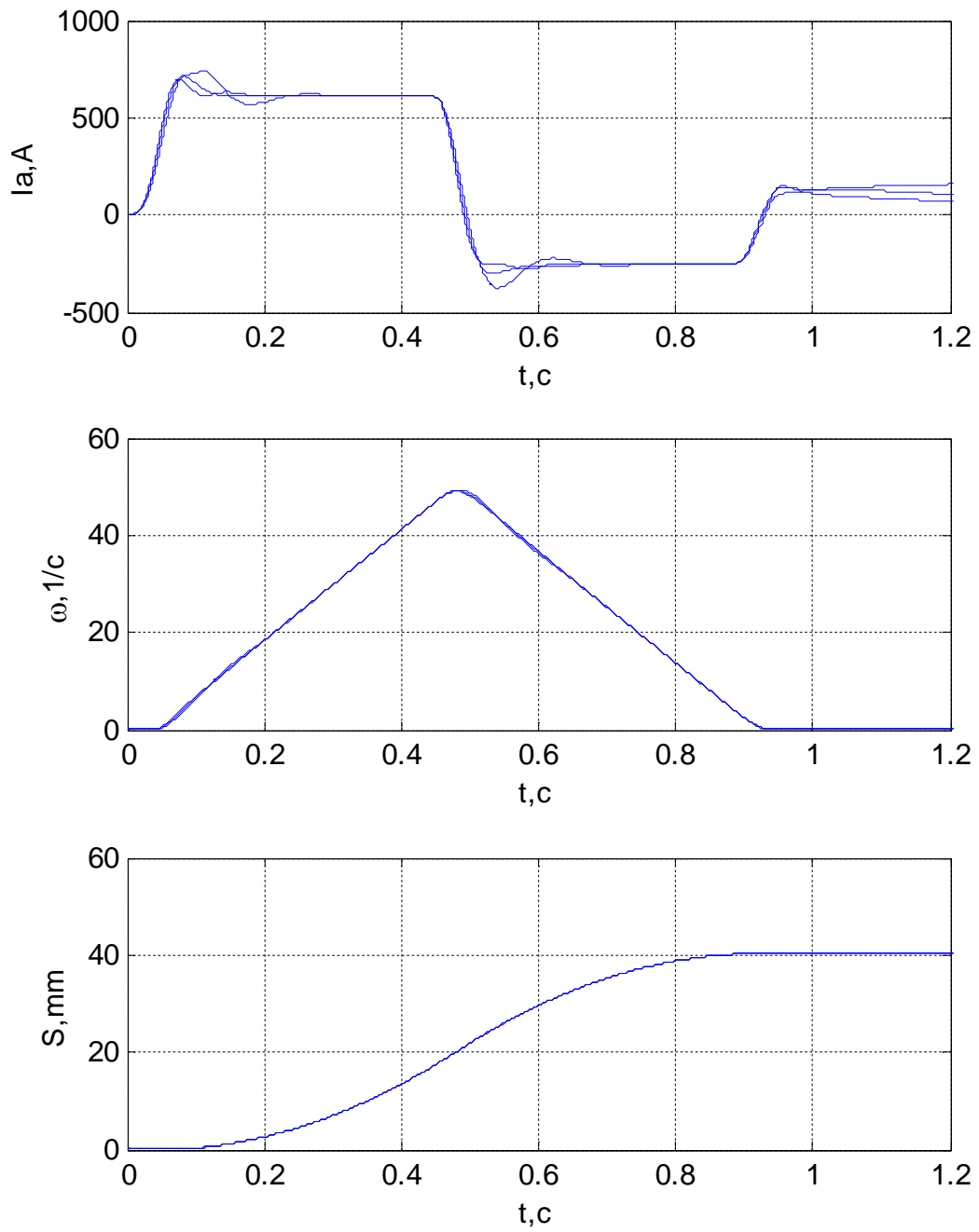


Рисунок 5.8—Процеси при змінній Re

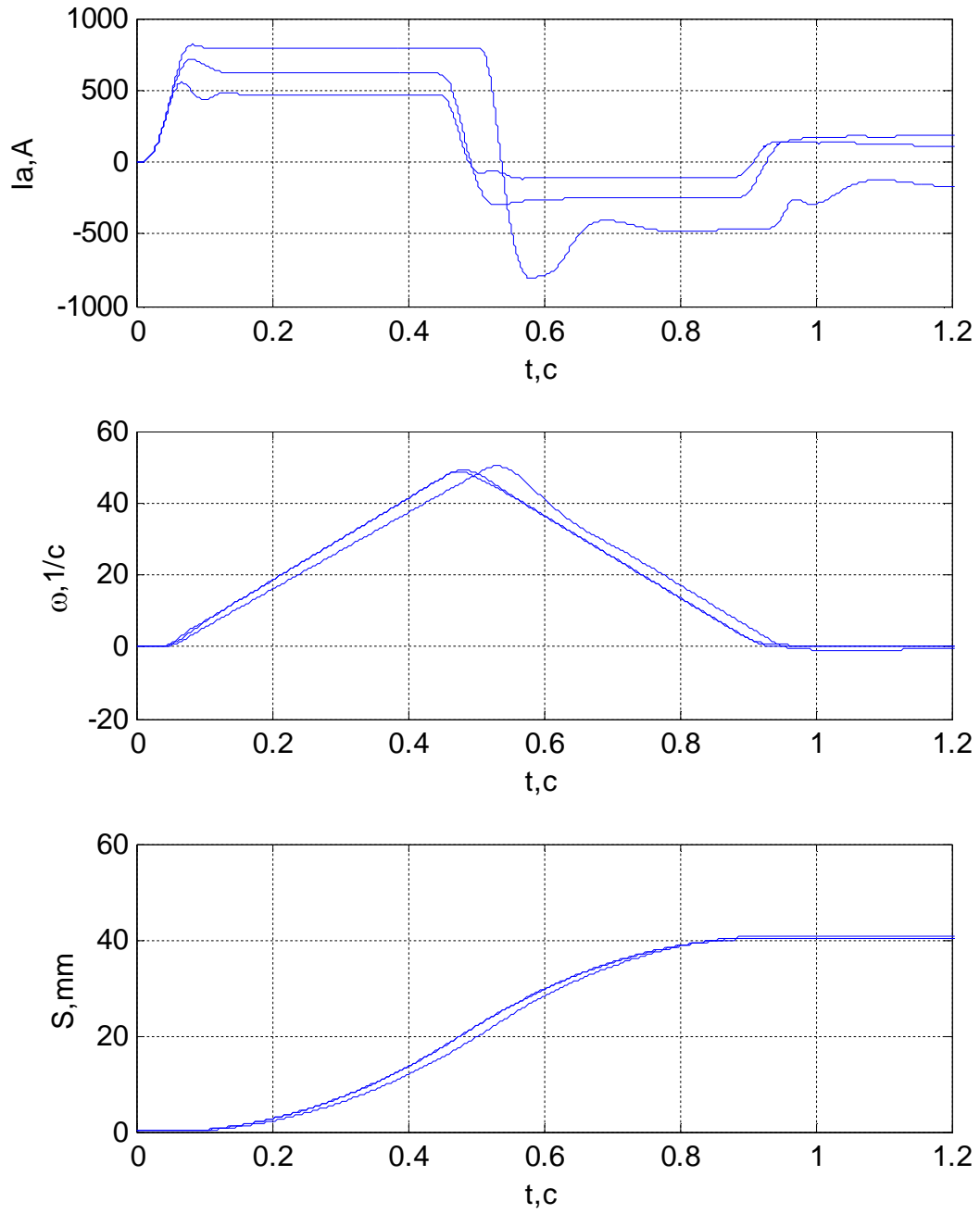


Рисунок 5.9–Процеси при змінненні J

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів

Робота в прокатних цехах є дуже небезпечною для людини, так як характеризується впливом на робочого, небезпечних і шкідливих факторів, тому виконання правил безпеки є надзвичайно важливим для людини яка знаходиться в прокатному цеху.

Небезпечні і шкідливі фактори можуть бути постійними, що виникають періодично або випадково. Постійно діючими небезпечними і шкідливими виробничими факторами в обтискному цеху, є рухомі і обертові частини механізмів і обладнання, вантажопотоки, теплові випромінювання, шум, вібрація і т.д. Тимчасовими періодично діючими небезпечними і шкідливими виробничими факторами є: розплавлений і розпечений метал, запиленість, загазованість і т.д.

Найбільш характерний вид травмування працюючих в недостатньо механізованих гарячих цехах (ливарному, ковальському, термічному, прокатному) є опіки. Так, при контакті розплавленого металу з водою, вологими, холодними та іржавими предметами може статися викид і розбризкування його на значну відстань. Викид розплавленого металу з форм при заливці і після неї може статися внаслідок відступлення від технологічних норм формування та складання форм (недостатня газопроникність наповнюваної землі, мала кількість і перетин випорів і продухів, дефекти литникової системи, надмірна вологість форм).

Гаряче штампування і кування металу супроводжуються відлітанням розпечених часток, здатних завдати опіки і механічні пошкодження персоналу, який обслуговує ковальсько-пресові машини.

При обслуговуванні блюмінгів (слябінгів) можливі опіки і пошкодження відлітаючою від злитка окалиною при прокатці в перших пропусках, придавлюванням маніпуляторами стану, падіння при змазуванні шпинделів, травми при різанні гарячого металу і таврування заготовок, а також при прибиранні окалини.

Умови праці при роботі в прольоті блюмінга характеризуються підвищеною температурою повітря та значним тепловипромінюванням. У процесі прокатки виділяється велика кількість пилу, що складається з оксидів заліза.

Прокатка злитків на блюмінгу супроводжується викидами з великою швидкістю частинок окалини, осколків металу і бризок шлаку. При прокатці злитків окалина відлітає головним чином з верхньої частини злитка в результаті бурхливого випаровування води, що охолоджує верхній валок. Тиск пару може досягати значної величини, так як випаровування води відбувається в замкнутому просторі між поверхнями злитка і валка після захоплення металу валками. Пар який проривається захоплює за собою окалину яка ламається та з великою силою відкидає її в різні боки. Викиду окалини зазвичай сприяє наявність певної кількості рідкого шлаку в нижній частині злитка. У практиці роботи вітчизняних і зарубіжних блюмінгів мали місце випадки, коли частки які відлітають приводили до руйнування оглядового скління пультів керування станом і травмування операторів і обслуговуючого персоналу який знаходиться біля стану.

Для зменшення небезпеки відриву донних пробок при перекочуванні злитків на блюмінгах необхідно застосовувати пробки такої конструкції, при якій вони легко встановлювалися б у отвори або поглиблення в донній частини виливниць, надійно закриваючи їх; легко приварювалися б до злитка і видалялися разом з ним; надійно захищали дно виливниць при розливанні металу зверху.

При великій кількості пароутворення для поліпшення видимості повинна бути передбачена вентиляція для здування пари.

У практиці роботи блюмінгів не виключена можливість травмування робітників, лінійками маніпуляторів при збиранні окалини з приймального рольганга і при ремонті маніпуляторів. У разі застосування на прийомних рольгангах плит окалину яка накопичилася прибирають за допомогою довгих гребків, ні в якому разі не стаючи на борту рольгангів.

Серйозну небезпеку становлять рухомі рейки маніпуляторів. Тому ці рейки необхідно закривати запобіжними кожухами, а з боку проходу - запобіжними

бар'єрами. При ремонтах маніпуляторів можуть бути випадки придавлювання робочих лінійками внаслідок їх випадкового включення. Тому при ремонтах застосовують ключі-жетони, що замикають пускові пристрої на пультах керування.

На діючих заводах спостерігалися серйозні травми робочих при проштовхуванні на конвеєр обрізу який застряг в жолобі. Гарячий обріз слід охолоджувати на конвеєрі водою. Погрузку обрізу у вагони слід виробляти електромагнітами без застосування ручної праці.

Досвід показує, що при експлуатації нагрівальних колодязів можливі наступні основні види нещасних випадків: отруєння газом, опіки при збиранні зварювального шлаку, придавлювання шлакоуборочними засобами в негабаритних місцях, пошкодження кришками нагрівальних колодязів, наїзди залізничними складами або злитковоза, пошкодження при обслуговуванні та ремонті кліщових мостових кранів .

Умови праці при обслуговуванні нагрівальних колодязів характеризуються підвищеною температурою повітря, значним тепловим випромінюванням і змістом в повітрі шкідливих газів.

Характерними небезпеками при обслуговуванні складів злитків і заготовок є падіння злитків або заготовок, наїзди і придавлювання залізничними складами. Падіння злитків і заготовок відбуваються внаслідок штабелювання їх в надмірно високі штабелі, зіштовхування заготовок зі штабелів підхватами кранів, відсутність бортів на платформах і недосконалою конструкції електромагнітів і кліщів при транспортуванні.

Основні травми при видаленні поверхневих дефектів злитків і заготовок - пошкодження робочих частками металу що відлітають при механічних способах видалення дефектів і опіки іскрами при вогневих способах видалення дефектів. Серйозну небезпеку становить падіння металу, що подається на стелажі кранами, і падіння злитків яких зачищають або заготовок зі стелажів.

Основні небезпеки при експлуатації нагрівальних печей прокатних станів такі: падіння злитків і заготовок при транспортуванні до печей; придавлювання рухомими частинами підйомних столів, штовхачів і виштовхувачів; вибухи

зварювального шлаку при попаданні його на сирі місця; отруєння газом, а також удари та опіки нагрітим металом при видачі його з печей, при ручному кантуванні або підправленні металу який нагрівається. Умови праці при обслуговуванні печей характеризуються підвищеною температурою повітря та впливом на робочих значного тепловипромінювання. Ручне кантування металу в печах представляє важку і небезпечну роботу. Тому для усунення ручного кантування і поліпшення якості нагріву печі обладнують нижнім підігрівом. Подібно завантаженні повинна бути повністю механізована і видача нагрітого металу з печей (торцева видача або бічна за допомогою виштовхувачів). Від застосування шаржирних машин і інших недосконалих способів видачі нагрітого металу з печей необхідно рішуче відмовитися. При опаленні печей змішаним газом (коксівий і доменний) серйозну небезпеку становить отруєння окисом вуглецю. У прокатних цехах отруєння робітників газом спостерігалися внаслідок неправильного влаштування водовідвідників, застосування гумових трубок для підведення газу до контрольно-вимірювальних приладів і неправильної експлуатації пальників. Для запобігання отруєння газом всі газові пристрої нагрівальних печей повинні задовольняти вимогам правил безпеки в газовому господарстві металургійних заводів. При заміні змішаного газу природним, небезпека отруєнь зводиться до мінімуму. При видаленні з печей сухого шлаку вручну доводиться застосовувати значні зусилля для його сколювання, так як шлак приварюється до поду печі; ця робота протікає в умовах сильного тепловипромінювання. Необхідно механізувати збирання сухого шлаку за допомогою спеціальних машин. До впровадження повної механізації цю операцію треба проводити хоча б за допомогою пневматичних молотків, підвішених на монорейці біля печі і забезпечених довгими штангами. Сучасні великі нагрівальні печі обладнують нижнім підігрівом. Пальники нижнього підігріву розташовують в камерах нижче рівня підлоги цеху, що створює, особливо в літню пору року, вельми несприятливі умови праці. Роботи по ремонту печей вимагають особливої уваги. У практиці були нещасні випадки в результаті обвалів склепінь і інших

конструктивних елементів печей, а також внаслідок падіння металевих конструкцій (балок, плит) печей.

Для керування натискними гвинтами слід застосовувати штурвали, так як важелі викликали удари робочих при втраті самогальмування натискних гвинтів. На станах, де прокатка металу супроводжується зміною зазору між валками, керування натискними гвинтами має бути електрифіковано.

Вільні кінці валків прокатних станів становлять небезпеку травмування робітників і тому повинні бути огорожені знімними кожухами.

У практиці спостерігалися травми через неправильне кріплення розпірок муфт дротом, коли кінці дроту які стирчать захоплювали одяг робітників під час роботи поблизу з'єднувальних шпинделів.

Під час обслуговування пристроїв для охолодження і змазування шийок валків прокатних станів спостерігалися важкі травми в результаті загарбання з'єднувальними шпинделями і муфтами. З метою безпеки необхідно відмовитися від примітивного способу подачі води на шийки валків гумовими трубками і здійснювати її за допомогою особливих коробок, вбудованих в подушки підшипників, або за допомогою металевих трубок з отворами.

Прибирання окалини під клітями станів і рольгангів вручну є важкою і небезпечною роботою. Тому вона повинна бути механізованою за допомогою гідрозмиву, спеціальних транспортерів, скребоків та інших пристроїв.

Досвід показує, що перевалка валків і ремонт станів є небезпечними операціями. Травми при цих роботах можливі внаслідок розкочування валків, неправильного їх транспортування, незадовільну організацію заміни валків і виконання інших ремонтних робіт.

Основною небезпекою при переміщенні металу рольгангами є загарбання робочих шестернями рольганга. Змазування підшипників і шестерень рольгангів повинно бути централізоване. У практиці спостерігалися важкі травми при мастилі рольгангів вручну.

Характерними небезпеками при обслуговуванні підйомно-гойдаючихся столів є травмування при опусканні і підйомі столу і опусканні його контрвантажів. Небезпека травмування при підйомі столів виникає під час

ремонту або наладки проводкової арматури станів. Для запобігання таких травм необхідно виключити будь-яку можливість включення столу, застосовуючи ключі-жетони.

Основні небезпеки при обслуговуванні шлеперів – придавлювання металом який переміщується і пальцями шлеперів до бортів рольгангів.

При обслуговуванні складів готової продукції характерними небезпеками є: падіння прокату який транспортується, обвали штабелів прокату, придавлювання при погрузці прокату у вагони і наїзди рухомого складу.

Характерними небезпеками при обслуговуванні електродвигунів і електроустаткування прокатних станів є: ураження електричним струмом та опіки електричною дугою.

Найбільш характерними небезпеками при експлуатації прокатних станів є наступні: загарбання валками і затягування обертовими шпинделями і з'єднувальними муфтами, відлітання окалини і частинок металу, а також опіки, удари металу, що прокочується і ін.

Аналіз травматизму в прокатному виробництві показує, що важкі травми виникають в результаті затягування робочих з'єднувальними шпинделями і муфтами прокатних станів. Таке затягування відбувається внаслідок незадовільної конструкції огорожень. Зазвичай шпинделі і муфти захищають лише з боків, а зверху огороження відсутнє. Тому стає можливим загарбання рук робітників під час налаштування валків або регулювання пристосувань для охолодження шийок валків.

Слід зазначити, що травматизм в прокатних цехах відбувається головним чином на станах старого типу, де прокатка металу здійснюється із застосуванням ручної праці. Тому для усунення травматизму при прокатці металу необхідно максимально механізувати і автоматизувати прокатні стани, а також застосовувати безперервні стани.

6.2 Інструкція по охороні праці для оператора поста керування станом гарячої прокатки

Оператор поста керування станом гарячої прокатки має таку характеристику робіт, завдання та посадові обов'язки:

– Веде режим обтиску металу та керує натискним пристроєм, робочими рольгангами та двигунами головного приводу на блюмінгах, слябінгах, обтискних станах типу блюмінга, груболистових станах і універсальних станах дуо.

– Керує маніпуляторами та кантувачем, приймальними та розкатними рольгангами на блюмінгах з часовою продуктивністю понад 500 т проката за всадом.

– Керує в процесі прокатки роботою головних двигунів на безперервних і напівбезперервних сортопрокатних, штрипсових і дротових станах і роботою чистової групи клітей на безперервних листових станах.

– Веде режим прокатки металу на станах періодичної поперечно-гвинтової прокатки.

– Подає сигнали на нагрівальні печі про видачу зливків або слябів.

– Стежить за подаванням та температурою металу, що видається на стан, охолодженням валків і виробкою калібрів.

– Встановлює та регулює швидкість прокатки та натягіння штаби поміж клітями.

– Керує роботою на блюмінгах і слябінгах з перевалки валків, налагодження стана та бере участь у проведенні цих робіт на решті станів.

– Бере участь у прийманні стана після ремонту.

– Знає, розуміє і застосовує діючі нормативні документи, що стосуються його діяльності.

– Знає і виконує вимоги нормативних актів про охорону праці та навколишнього середовища, дотримується норм, методів і прийомів безпечного виконання робіт.

Оператор поста керування станом гарячої прокатки має право:

- Вживати дії для запобігання та усунення випадків будь-яких порушень або невідповідностей.
- Отримувати всі передбачені законодавством соціальні гарантії.
- Вимагати сприяння у виконанні своїх посадових обов'язків і здійсненні прав.
- Вимагати створення організаційно-технічних умов, необхідних для виконання посадових обов'язків та надання необхідного обладнання та інвентарю.
- Знайомитися з проектами документів, що стосуються його діяльності.
- Запитувати і отримувати документи, матеріали та інформацію, необхідні для виконання своїх посадових обов'язків і розпоряджень керівництва.
- Підвищувати свою професійну кваліфікацію.
- Повідомляти про виявлені в процесі своєї діяльності порушення і невідповідності і вносити пропозиції щодо їх усунення.
- Ознайомлюватися з документами, що визначають права та обов'язки за займаною посадою, критерії оцінки якості виконання посадових обов'язків.

Оператор поста керування станом гарячої прокатки несе відповідальність за:

- Невиконання або несвоєчасне виконання покладених цією посадовою інструкцією обов'язків та (або) невикористання наданих прав.
- Недотримання правил внутрішнього трудового розпорядку, охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії та протипожежного захисту.
- Розголошення інформації про організацію (підприємство/установу), що відноситься до комерційної таємниці.
- Невиконання або неналежне виконання вимог внутрішніх нормативних документів організації (підприємства/установи) та законних розпоряджень керівництва.
- Правопорушення, скоєні в процесі своєї діяльності, в межах, встановлених чинним адміністративним, кримінальним та цивільним законодавством.

– Завдання матеріального збитку організації (підприємству/установі) в межах, встановлених чинним адміністративним, кримінальним та цивільним законодавством.

– Неправомірне використання наданих службових повноважень, а також використання їх в особистих цілях.

6.3 Пожежна безпека

Категорія виробництва

Прокатне виробництво характеризується тим, що в обігу постійно знаходиться гарячий метал, при обробці якого виділяється значна кількість променистого тепла, іскор розпеченого металу і окалини. Крім цього в цеху використовуються горючі гази в якості палива в нагрівальних печах. З вище перерахованих факторів, що характеризують прокатне виробництво, цех відноситься до категорії Г (згідно з ОНТП 24-86). Але в цеху є приміщення, які можуть бути віднесені до вищої категорії пожежонебезпеки: маслоподвали, що характеризуються наявністю великої кількості масла для потреб стану, яке здатне до займання, можна віднести до категорії В; проходи близько газопроводу, що подають паливо в піч, що характеризуються наявністю легкозаймистого газу, можна віднести до категорії А.

Вогнестійкість прокатного цеху визначається перш за все стійкістю конструкцій зберігати свою несучу здатність при впливі високих температур. Оскільки основними матеріалами, використаними при будівництві цеху, є метал і бетон, цех має досить високу вогнестійкість.

Причини і джерела пожеж в цеху, заходи щодо їх запобігання

До джерел пожеж в прокатному цеху можна віднести:

- Наявність широко розвиненої мережі кабельного господарства, в якому всі кабелі горючі;
- Наявність великої кількості масла в маслоподвалах;
- Наявність мережі масляних гідроприводів, в яких постійно підтримується надлишковий тиск 20 МПа;
- Використання горючих газів в нагрівальних печах;

- Наявність в вживаному електрообладнанні горючих ізоляційних матеріалів (ізоляція обмоток електричних машин, трансформаторів, різних електромагнітів);
- Комутаційні апарати та плавкі запобіжники.

Причини, які можуть привести за собою загоряння різних предметів, укладені в наступному:

- Порушення нормальної роботи машин і механізмів;
- Перевантаження електричних мереж;
- Порушення правил пожежної безпеки.

З метою запобігання пожежі передбачають наступні заходи:

- Запобігання утворення горючої середовища;
- Запобігання утворенню в займистому середовищі або внесення до нього джерел запалювання;
- Підтримка температури і тиску займистого середовища нижче максимально допустимих по горючості;
- Зменшення визначального розміру займистого середовища нижче максимально допустимого по горючості;

Система пожежного захисту передбачає наступні заходи:

- Максимально можливе застосування негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів у виробничих процесах;
- Обмеження кількості горючих речовин і їх належне розміщення;
- Ізоляцію займистого середовища;
- Запобігання розповсюдження пожежі за межі вогнища;
- Застосування засобів пожежогасіння;
- Застосування конструкцій виробничих об'єктів з регламентованою межею їх вогнестійкості і горючості;
- Евакуацію людей на випадок пожежі;
- Застосування засобів пожежної сигналізації та засобів сповіщення про пожежі;
- Застосування засобів колективного та індивідуального захисту від вогню;
- Організацію пожежної охорони об'єкта.

Організаційними заходами щодо забезпечення пожежної безпеки є навчання робітників і службовців правилам безпеки, розробка і реалізація норм правил пожежної безпеки, інструкцій про порядок роботи з пожежонебезпечними речовинами і матеріалами, виготовлення і застосування засобів наочної агітації щодо забезпечення пожежної безпеки.

Первинні засоби гасіння пожежі

До первинних засобів гасіння пожеж відносяться: вода, пісок, різні брезентові накидки, вогнегасники. Принцип гасіння цими засобами заснований на перекритті доступу повітря в осередок пожежі. У таблиці 6.1 наведені дані деяких вогнегасників.

Таблиця 6.1 - Вогнегасники

Тип вогнегасника	Марка	Час роб., хв.	Види матеріалів що підлягають гасіння
1.Повітряно-пінний	ВПП	0,7	Різні матеріали, крім лужних металів і електроустановок.
2.Вуглекислотно-брометіловий	ВВБ-3 ВВБ-7	–	Невеликі осередки пожежі під час займання горючих речовин.
3.Вуглекислотний	ВВ-2 ВВ-5 ВВ-8	0,5 0,55 0,66	Різні речовини і матеріали, а також електроустановки.
4.Порошковий	ВП-1	-	Легкозайmistі рідини, тверді речовини, електроустановки