

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 113 с., 4 табл., 26 рис., 10 дод., 29 джерел.

### МАШИНА БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ЗАГОТОВОК, ТЯГНУЧЕ-ПРАВИЛЬНА МАШИНА, РОЛИК, НАПЛАВЛЕННЯ

Об'єкт дослідження – тягнуче-правильна машина дільниці безперервно-литих сортових заготовок.

Мета дослідження – розробка технічних рішень по підвищенню експлуатаційних характеристик машин дільниці витягування та правлення безперервно-литих сортових заготовок.

Методи дослідження – теоретико-емпіричні дослідження техніко-економічних показників роботи обладнання дільниці витягування та правлення безперервно-литих сортових заготовок.

Робота складається з 6 основних розділів пояснювальної записки.

Приведений склад обладнання конверторного цеху та схема вантажопотоків, описана ділянка безперервного лиття конверторного цеху. Описана тягнуче-правильна машина, порядок та недоліки її роботи. Проведено аналітичний огляд та зроблені пропозиції щодо заходів проекту. Виконані енерго-силові, кінематичні розрахунки приводу машини, а також розрахунки на міцність деталей. Розроблено питання збирання, експлуатації та особливостей технічного обслуговування машини. Розглянуті питання ремонту роликів машини. Приведені вимоги до її змащення. Представлено стислий опис та основні техніко-економічні показники ремонтного господарства, а також планування організації ремонтів обладнання. Обґрунтовано економічну доцільність пропонованих заходів. Наведено аналіз потенційно небезпечних факторів, що негативно впливають на персонал. Представлено заходи щодо техніки безпеки та стану навколишнього середовища.

## ЗМІСТ

СКРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ	5
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.1 СКЛАД ОБЛАДНАННЯ КОНВЕРТОРНОГО ЦЕХУ ТА СХЕМА ВАНТАЖОПОТОКІВ	9
1.2 ДІЛЯНКА БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ КОНВЕРТОРНОГО ЦЕХУ	12
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	17
2.1 ТЯГНУЧЕ-ПРАВИЛЬНА МАШИНА	17
2.1.1 <i>Призначення тягнуче-правильної машини</i>	17
2.1.2 <i>Технічна характеристика</i>	17
2.1.3 <i>Опис конструкції</i>	19
2.2 ПОРЯДОК РОБОТИ ТЯГНУЧЕ-ПРАВИЛЬНОЇ МАШИНИ	22
2.3 НЕДОЛІКИ В РОБОТІ ТЯГНУЧЕ–ПРАВИЛЬНИХ МАШИН МБЛЗ	26
2.4 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	26
2.4.1 <i>Призначення зони вторинного охолодження МБЛЗ</i>	26
2.4.2 <i>Роликові проводки</i>	27
2.4.3 <i>Класифікація роликів проводок</i>	29
2.4.4 <i>Матеріали для виготовлення роликів проводки МБЛЗ</i>	40
2.4.5 <i>Огляд технічних рішень щодо конструкції роликів</i>	40
2.4.6 <i>Підвищення надійності роботи роликів</i>	45
2.5 ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗАХОДІВ ПРОЕКТУ	58
2.6 РОЗРАХУНКИ МЕХАНІЗМІВ ТЯГНУЧЕ-ПРАВИЛЬНОЇ МАШИНИ	59
2.6.1 <i>Розрахунок потужності приводу</i>	59
2.6.2 <i>Розрахунок приводного хвостовика ролика</i>	63
2.6.3 <i>Перевірка міцності шпонкового з'єднання</i>	64
2.6.4 <i>Розрахунок приводного ролика на витривалість</i>	65
2.6.5 <i>Розрахунок бочки ролика</i>	73

РОЗДІЛ 3	МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ	75
3.1	ПОРЯДОК ЗБИРАННЯ, МОНТАЖУ ТА ВИВІРЯННЯ ТЯГНУЧЕ-ПРАВИЛЬНОЇ МАШИНИ	75
3.2	ЕКСПЛУАТАЦІЯ	77
3.3	ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	79
3.4	РЕМОНТ РОЛИКІВ	83
3.4.1	<i>Обладнання та матеріали</i>	84
3.4.2	<i>Наплавлення робочої поверхні роликів</i>	84
3.4.3	<i>Відновлення посадок роликів МБЛЗ під сальник і підшипник</i>	86
3.4.4	<i>Операції після наплавлення</i>	86
3.5	ЗМАЩУВАННЯ	87
РОЗДІЛ 4	ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ	94
4.1	СТИСЛИЙ ОПИС РЕМОНТНОЇ БАЗИ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА	94
4.2	ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА СКЛАД ОБЛАДНАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ РЕМОНТНИХ ЦЕХІВ ПІДПРИЄМСТВА	94
4.3	ПЛАНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТІВ ОБЛАДНАННЯ	96
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	99
5.1	ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ПРОЕКТУ	99
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	102
6.1	АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ЧИННИКІВ	102
6.2	ЗАХОДИ ЩОДО ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ І БЕЗПЕКИ ПРАЦІ	103
6.3	ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РЕМОНТУ РОЛИКІВ МБЛЗ	105
6.4	АНАЛІЗ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В ЦЕХУ ПРИ ВИКОНАННІ НАПЛАВЛЕННЯ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ УМОВ	106
ВИСНОВКИ		110
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ		111
ДОДАТОК А	КРЕСЛЕННЯ ТА СПЕЦИФІКАЦІЇ	114

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

МБЛЗ – машина безперервного лиття заготовок;

ТПМ – тягнуче-правильна машина;

ТВ – тривалість включення;

ПОР – план організації робіт;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

$M_B, M_H$  – сумарні моменти від сил опору обертанню верхніх і нижніх роликів;

$\sum P$  – сумарна сила притиснення верхніх роликів, створювана дією гідроциліндрів;

$\sum G_B$  – сумарна вага верхніх роликів;

$f$  – коефіцієнт тертя кочення зливка по роликах;

$\mu$  – коефіцієнт тертя в опорах роликів;

$d$  – діаметр цапфи ролика;

$G_C$  – вага частини зливка в межах прямолінійної ділянки роликів проводки;

$\sum G_H$  – сумарна вага нижніх роликів;

$M_{пв}$  – момент пластичного вигину за правки зливка на ролику;

$\sigma_\tau$  – межа текучості металу;

$W_{п}$  – пластичний момент опору перетину;

$h$  – ширина і висота заготовки;

$P_{п}$  – зусилля на ролик при пластичному вигині;

$t$  – крок роликів;

$M_{п}$  – додатковий обертальний момент від сил опору обертанню ролика за правки зливка;

$W_1$  – додаткова сила опору від руху вільної частини зливка по роликах рольганга;

$G'_C$  – вага частини зливка, що приходить на рольганг;

$\mu_p$  – коефіцієнт тертя в опорах роликів рольганга;

$d_p$  – діаметр цапфи ролика;

$D_p$  – діаметр бочки ролика;

$f$  – коефіцієнт тертя кочення зливка по роликах рольганга;

$M_1$  – додатковий обертальний момент від сил опору на приводних роликах, що виникає внаслідок пересування вільної частини зливка по рольгангу;

$D$  – діаметр приводного ролика;

$M_\Sigma$  – сумарний обертальний момент на приводних роликах горизонтальної ділянки проводки;

$N_{cm}$  – статична потужність електродвигуна роликової секції;

$n_p$  – частота обертання роликів;

$\eta$  – ККД планетарно-черв'ячного редуктора;

$m$  – число електроприводів на горизонтальній ділянці роликової проводки;

$T_1$  – обертальний момент на приводному валу редуктора;

$\omega_{об}$  – кутова швидкість;

$T_2$  – обертальний момент на приводному хвостовику ролика;

$u_p$  – передавальне число редуктора;

$d_\theta$  – діаметр приводного хвостовика ролика;

$[\tau_k]$  – напруга на кручення, що допускається;

$b \times h \times \ell$  – ширина  $\times$  висота  $\times$  довжина шпонки;

$\sigma_{max}$  – напруга зминання та умови міцності;

$d$  – діаметр валу в місці шпонкового паза;

$t_1$  – глибина шпонкового паза;

$[\sigma_{зм}]$  – напруга на зминання, що допускається;

$S$  – коефіцієнт запасу міцності;

$S_\sigma$  і  $S_\tau$  – частинні коефіцієнти запасу міцності по нормальних напруженнях при вигині та дотичних напруженнях при крученні;

$\sigma_{-1}$  і  $\tau_{-1}$  – межі витривалості відповідно при вигині та при крученні з симетричним циклом зміни напружень;

$\sigma_a$  і  $\tau_a$  – амплітуди циклу напруження при вигині та крученні;

$\sigma_m$  і  $\tau_m$  – середня напруга циклу при вигині та крученні;

$\varepsilon_\sigma$  і  $\varepsilon_\tau$  – масштабні чинники при вигині та крученні, що враховують вплив розмірів перетину;

$k_\sigma$  і  $k_\tau$  – ефективні коефіцієнти концентрації напруження при вигині та крученні;

$M_{A-A}$  – згинальний момент від консольного навантаження;

$\ell_k$  – довжина консольної ділянки;

$W_{нетто}$  – момент опору вигину

$M_{B-B}$  – згинальний момент;

$F_B$  – навантаження на вал від приводу;

$\ell$  – довжина ділянки до перетину;

$W$  – момент опору перетину;

$D_{B-B}$  – діаметр валу в місці перетину;

$d$  – діаметр внутрішнього отвору в місці перетину;

$W_p$  – полярний момент опору перетину;

$\sigma_\sigma$  – напруження вигину в бочці ролика;

$M_{\Sigma}$  – згинальний момент;

$P$  – максимальне зусилля металу на ролик за правки;

$\ell$  – відстань між підшипниковими опорами;

$b$  – ширина заготовки;

$W_\sigma$  – момент опору поперечного перетину бочки ролика на вигин.

## ВСТУП

Перші в країні і світі установки безперервного розливання сталі радіального і горизонтального типів були створені Українським державним науково-дослідним інститутом металів.

Теперішній час вимагає здійснення реструктуризації металургійного виробництва України на базі широкого використання процесів безперервного розливання сталі. Подальший розвиток в цьому напрямку потребує ефективно і комплексно вирішувати технологічні, проектні, виробничі, енергозберігаючі та екологічні проблеми у співпраці з машинобудівними і металургійними підприємствами в Україні та за кордоном.

Успіхи в створенні сучасних машин безперервного лиття заготовок з високим рівнем автоматизації і управління, а також з урахуванням досягнень в виплавці чистої сталі, попередження її забруднення при безперервному розливанні і пошкодження металу при кристалізації, дозволили направляти литі заготовки в безперервний стан без огляду, зберігаючи тепло лиття.

Безумовно, що в таких умовах надійність обладнання машин суттєво зростає, що вимагає всебічного та більш глибокого вивчення причинно-наслідкових зв'язків виходу з ладу деталей та вузлів, а також розробки ефективних технічних рішень і проведення проектно-конструкторських робіт.

Одним із таких вузлів машин безперервного лиття є тягнуче-правильна машина, котра об'єднує в собі операції витягування та виправлення зливка на виході з радіальної або криволінійної ділянки, а також перед початком розливання вводять запал до кристалізатора. Вочевидь, що ця машина потребує високого ступеня надійності та довговічності її деталей та вузлів. Саме цьому важливому питанню і присвячена дана робота.

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Склад обладнання конверторного цеху та схема вантажопотоків

До системи вантажопотоків конверторного цеху входять основні лінії [1,2]:

- подавання і завантаження брухту в конвертор;
- доставки і заливання рідкого чавуну;
- подавання, дозування і завантаження сипучих матеріалів шлакоутворення;
- подавання кисню;
- доставки, дозування, нагрівання і подавання феросплавів у сталерозливні ківші;
- прийому, транспортування і розливання сталі;
- накопичення і переробки шлаку.

Схема основних вантажопотоків конверторного цеху представлена на рисунку 1.1.

Брухт подають залізничним транспортом у відділення магнітних матеріалів і розвантажують у прийомні бункери. Брухт завантажують у совки магнітно-грейферними кранами. Завантажені совки зважують і встановлюють на скраповоз, що подає їх на робочий майданчик конвертерного корпусу III. На робочому майданчику встановлено три 160-тонні конвертери 3 і три ливарно-завалювальних крани 4, 10, за допомогою яких здійснюється завантаження шихтових матеріалів у конвертер.

Рідкий чавун доставляють у ківшах-чавуновозах 13 з доменного цеху в міксерне відділення IV, що складається з двох 1300 тонних міксерів 12 і трьох міксерних кранів, що здійснюють заливання чавуну в один з міксерів. У міру потреби чавун видають з міксера в ківші чавуновозів 11, подаваних по робочій



площадці в головний корпус, до конверторів. У конвертори чавун заливають ливарно-завалочним краном 10.

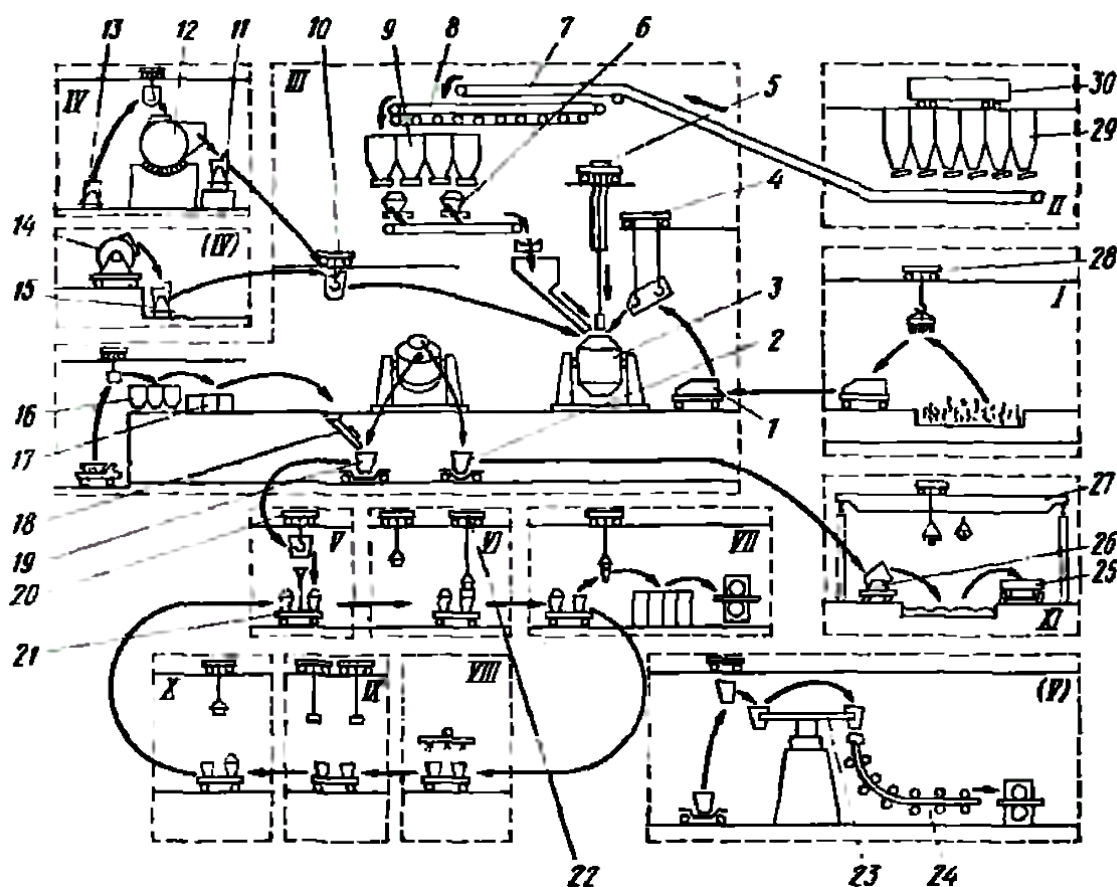


Рисунок 1.1 – Схема вантажопотоків сучасного киснево-конверторного цеху [1]

Сипучі матеріали доставляють у шихтове відділення немагнітних матеріалів II залізничним транспортом і розвантажують у прийомні бункери. У видаткові бункери 9 конверторного корпусу III матеріали подають по похилому конвеєрному тракті 7 і реверсивним пересувним конвеєром 8. Система дозування і подавання 6, що має у своєму складі віброживильники, терези-дозатори, конвеєри, проміжні бункери, забезпечує завантаження в конвертор певних порцій матеріалів шлакоутворення у процесі плавки, та при зливанні готової сталі.

Технічно чистий кисень подають у конвертор двома кисневими фурмами. Постачання здійснюється по магістралі з кисневого цеху.

Феросплави доставляють у головний корпус у контейнерах залізничним транспортом і розвантажують краном у прийомні бункери 16. Потім у малих

контейнерах тельфером доставляють до видаткових бункерів, відкіля через терези-дозатори по конвеєру 18 подають, під час зливання сталі з конвертора, у сталерозливальний ківш установлений на сталевоз 19.

Застосовують два основних способи розливання сталі: у виливниці, встановлені на візках, і на машині безперервного литва заготовок. В будь-якому разі, сталь зливають з конвертора в сталерозливальний ківш.

По першому способі ківш зі сталлю передають сталевозом в один з розливальних прогонів V. Виливниці заповнюють рідким металом з ківшу, переміщуваного розливальним краном 20 над виливницями 21 розташованими на візках на залізничній колії, що утворюють склад керований локомотивом. Після затвердіння і повної кристалізації зливків склади з виливницями подають у відділення роздягання зливків VI для зняття прибуткових надставок і підриву зливків з розширенням до верху. Виливниці з розширенням до низу знімають з візків і направляють на підготовку. Всі операції виконують спеціальним краном 22. Потім склад подають у нагрівальне відділення VII обтискного цеху, у якому зливки встановлюють у нагрівальні колодязі, а склад з порожніми виливницями спрямовують на установку охолодження VIII. Після чого вони надходять у відділення очищення та змашування IX, а потім у Цех підготовки складів з виливницями X, де на візки встановлюють піддони, центрові, прибуткові надставки тощо. Підготовлені склади знову подають у розливальне відділення. Виливниці експлуатуються по замкненому циклу роботи і підготовки.

По другому способі сталерозливальний ківш подають сталевозом на установку ківш-піч, де сталь проходить обробку на електродуговій установці, тут відбувається додаткове розкислення і рафінування сталі, що дозволяє домогтися практично 100% її відповідності стандартам за хімічним складом. Далі ківш розливальним краном установлюють на розливальний стенд 23, машини безперервного литва заготовок радіального типу 24. Литі заготовки знімають зі столу пакетування одним із двох пратцен-кранів і відвантажують у прокатні цехи.

Шлак з конвертора зливають та накопичують у ківші шлаковозу 2, що пересувається під конвертором за допомогою сталевозу, по заповненні ківшів шлаковози видаляються з-під конверторів і вивозяться на шлакові відвали локомотивами, після вистигання шлак переробляється в цеху перероблення шлаків і відвантажується споживачеві.

Конвертерний у складі 3-х конвертерів по 160 тон, виробляє за рік біля 2 млн. тон сталі. Виплавляються низьколеговані, конструкційні й вуглецеві марки сталі. Для підвищення якості, виплавлена сталь піддається продувці азотом зверху в сталерозливальному ківші, а також може оброблятися установкою ківш-піч.

До складу технологічного обладнання по забезпеченню вантажопотоків входять:

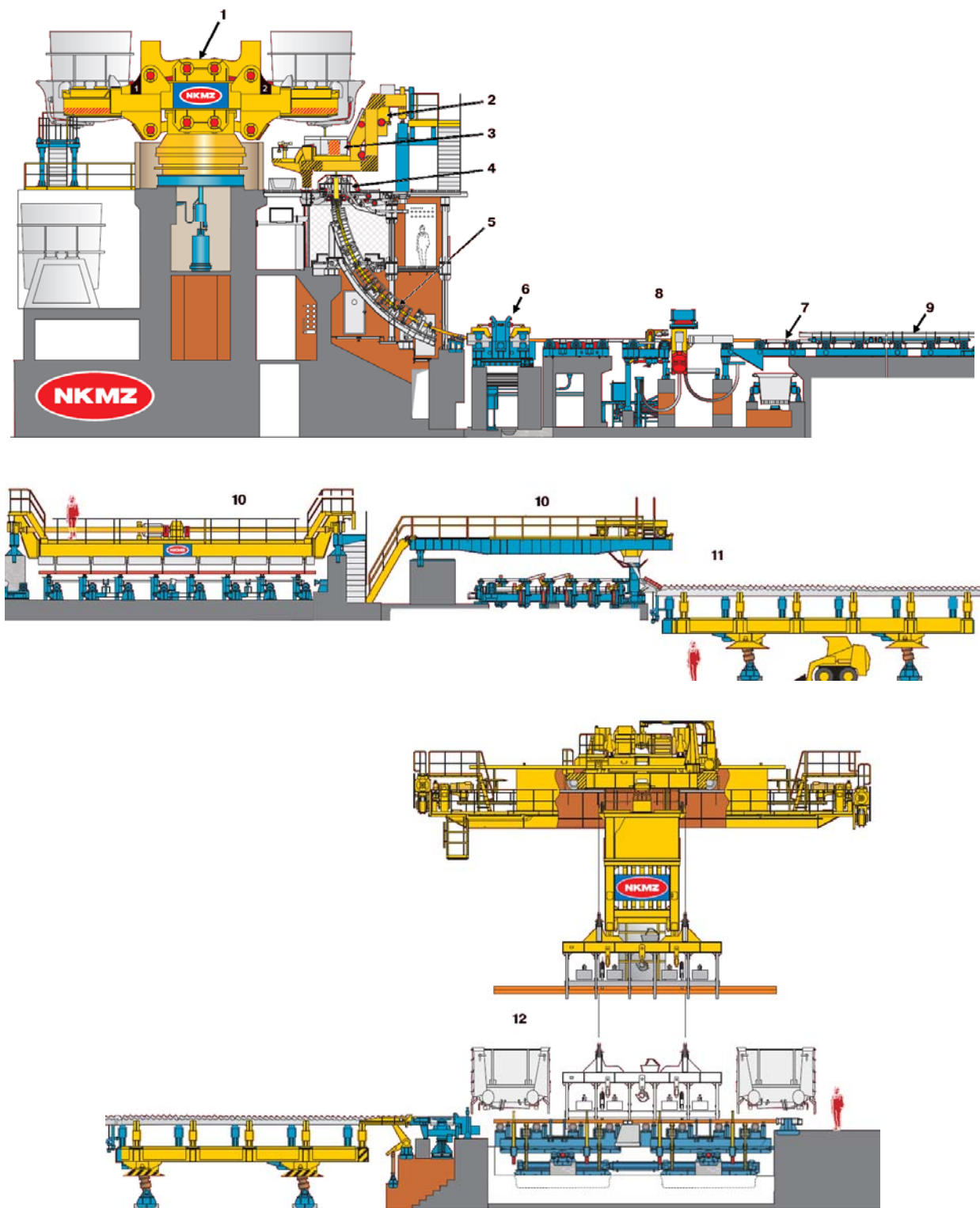
- ківші-чавуновози у кількості 7 шт.;
- сталерозливальні ківші у кількості 21 шт.;
- скраповози із совками у кількості 45 шт.;
- шлаковози з ківшами у кількості 39 шт.

## **1.2 Ділянка безперервного лиття конверторного цеху**

На рисунку 1.2 представлено розташування технологічних блоків на ділянці безперервного лиття конверторного цеху, що розроблено приватним акціонерним товариством «Новокраматорський машинобудівний завод» (ПрАТ «НКМЗ») [3].

Кожен із зазначених на рис. 1.2 технологічних блоків має наступне призначення та конструктивні особливості:

1) сталерозливний стенд – стаціонарно встановлений пристрій підйомно-повертального типу. Стенд призначений для: розміщення на ньому сталерозливальних ківшів, повороту ківшів з резервного положення у положення розливання і назад, підйому й опускання ківшів при розливанні, безперервного зважування ківшів з металом. Стенд може повертатися в обох напрямках;



1 – сталерозливний стенд; 2 – візок промківша; 3 – промківш;  
 4 – кристалізатор з механізмом качання; 5 – розливна дуга; 6 – тяг-  
 нуче-правильна машина; 7 – транспортні рольганги; 8 – ріжучий  
 пристрій; 9 – напівжорсткий запал; 10 – розвантажувальний стелаж;  
 11 – кантувальний холодильник; 12 – стелаж видавання

Рисунок 1.2 – Схема технологічних блоків на ділянці МБЛЗ [2]

2) візок промківша. На ливарній площадці розташовані два візки напівпортального типу для проміжних ківшів. Візки призначені для переміщення проміжного ківша з резервної позиції в робочу і назад, утримання проміжного ківша при розливанні. Візок являє собою раму, на якій змонтовані механізм пересування, механізми підйому і центрування проміжного ківша відносно кристалізаторів;

3) промківш. Ківш проміжний призначений для прийому рідкого металу із сталерозливного ківша, розподілу його по кристалізаторам і забезпечення безперервності струмка при розливанні способом «плавка на плавку» під час заміни сталевих ківшів. Конструктивно ківш виконаний у вигляді сталевих кожухів, внутрішня порожнина якого футерована вогнетривким матеріалом. Для дозування подачі металу в кристалізатори в промківші встановлюються склянки-дозатори або стопорні механізми з можливістю ручного й автоматичного позиціонування. На випадок переповнення промківша передбачений аварійний переливний жолоб;

4) кристалізатор з механізмом качання. Кристалізатор призначений для формування злитка потрібного перерізу і його первинного охолодження. Кристалізатор встановлюється на раму механізму хитання по осі рівчака МБЛЗ. Механізм хитання кристалізатора призначений для передавання кристалізатору зворотно-поступального руху по ділянці кругової траєкторії, з радіусом кривизни гільзи кристалізатора. Метою хитання кристалізатора є запобігання завісання скоринки злитка на стінках гільзи й обриву безперервнолитої заготовки (БЛЗ) на виході з кристалізатора. Механізм хитання складається з чотириланкового підйомного механізму з електричним приводом і який складається зі станини, важелів, вузла ексцентрика, приводу і рами. Зворотно-хитальний рух кристалізатора забезпечується вузлом ексцентрика, що обертається приводом;

5) розливна дуга. Містить установку підтримуючих роликів, котра призначена для спрямування заготовки і запалу на криволінійній ділянці між кристалізатором і тягуче-правильною машиною, а також для встановлення колекторів з форсунками для подачі на заготовку охолоджувальної води. В зонах

вторинного охолодження, здійснюється інтенсивне охолодження БЛЗ після виходу її з кристалізатора;

6) тягнуче-правильна машина (ТПМ) – призначена для витягування литої заготовки з кристалізатора з одночасним випрямленням дугоподібної заготовки, яка має кривизну базового радіуса, у прямолінійну і подаванні безперервної заготовки до ділильних ножиць;

7) транспортні рольганги. Рольганг розташований між ТПМ і гідравлічними ножицями, призначений для прийому заготовки на виході з ТПМ і передачі до ножиць, а також прийому і передачі запалу з рольганга після ножиць у ТПМ і радіальну частину МБЛЗ і назад. Рольганг розташований за гідравлічними ножицями, призначений для переміщення заготовок після розрізання на гідравлічних ножицях і передачі їх на рольганг перед холодильником, а також переміщення і зберігання затравок. Рольганги розділені на секції, ролики кожної секції виконані суцільними для трьох рівчаків;

8) ріжучий пристрій – містить ножиці гідравлічні призначені для розрізання на мірні довжини, обрізки головної і донної частин БЛЗ під час її руху. Передбачено роботу у автоматичному і ручному режимах. Ножиці складаються зі звареної станини, у верхній частині якої кріпиться верхній ніж, а у нижній – корпус гідроциліндра, на штоку якого кріпиться нижній рухливий ніж. Верхня частина станини за допомогою полози спирається на бігову доріжку верхньої опорної балки, нижня з'єднана з гідроциліндром ножиць, шток якого є напрямлюючою для переміщення ножиць і закріплений за допомогою стоек на нижній опорній балці. Ножиці містять рухливе ковзало для спрямування заднього кінця відрізаної заготовки на рольганг за ножицями і жолобами для спрямування головної і хвостової обрізи у короб прибирання обрізків з-під ножиць;

9) напівжорсткий запал – призначена утворювати тимчасове дно в кристалізаторі перед розливанням і подальшого витягування заготовки ТПМ;

10) розвантажувальний стелаж –призначений для передавання порізаної заготовки на кантувальний холодильник для охолодження;

11) кантувальний холодильник – призначений для прийому пакету заготовок з розвантажувального стелажа, поштучної видачі їх у зону переміщення й охолодження і формування пакету заготовок на стаціонарних балках штовхача. У процесі транспортування заготовка кантується на кут  $90^\circ$  при кожному циклі руху, що забезпечує рівномірне охолодження і максимальну прямолінійність заготовок. До складу охолоджувача, що кантує входять: пристрій який розпаковує, комплект нерухомих зубчатих рейок, з переміщенням від гідроциліндрів, комплект повзунів і направляючих;

12) стелаж видавання – призначений для формування та обв'язування пакету заготовок.

## РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Тягнуче-правильна машина

#### 2.1.1 Призначення тягнуче-правильної машини

Установка «Тягнуче-правильних машин», розташована наприкінці зони вторинного охолодження радіальної сортової МБЛЗ [3]. Вона призначена для витягування литої заготовки з кристалізатора з одночасним випрямленням дугоподібної заготовки, яка має кривизну базового радіуса, у прямолінійну і подання безперервної заготовки до ділильних ножиць.

Загалом ТПМ виконує наступні операції:

- подавання запалу в кристалізатор;
- утримання запалу в кристалізаторі на час ущільнення зазорів;
- витягування запалу з литою заготовкою з кристалізатора;
- відокремлення голівки запалу від заготовки.

#### 2.1.2 Технічна характеристика

1. Тип МБЛЗ радіальний з напівжорстким запалом	
2. Базовий радіус, мм.	7000
3. Кількість рівчаків, шт.	6
4. Відстань між рівчачами, мм	1100
5. Випрямлення заготовки – дводонне, через проміжний опорний ролик.	
6. Радіус попереднього розгину, мм	14000
7. Перетин заготовок, мм	
не більш	150×150
не менш	100×100
8. Температура заготовки при виправленні, °С	850...1050



9. Матеріал заготовки – сталі різних марок по сортаменту МБЛЗ.

10. Швидкість витягування заготовки, середня, м/хв:

для перетину 100×100	5,5
для перетину 125×125	3,2
для перетину 150×150	2,5
базова по механізмах	0,5-6

11. Швидкість подавання запалу, м/хв:

до кристалізатора	5
при введенні в кристалізатор	0,5

12. Кількість клітей установок ТПМ, шт.

6

13. Кількість роликів у кліті, шт.

5

14. Кількість приводних роликів у кліті

3

15. Діаметр бочки ролика, мм

350

16. Довжина бочки ролика, мм

200

17. Крок правильних роликів, мм

1000

18. Привод роликів – індивідуальний електромеханічний на кожен ролик.

19. Редуктор приводу – двоступінчастий планетарно-черв'ячний редуктор із загальним передавальним числом

317,7

20. Електродвигун приводу:

водоохолоджуваний, тип	1PH4 103-4NF26
номінальна потужність, кВт	7,5
номінальна частота обертання $\text{хв}^{-1}$ ,	1500
відносна тривалість включення ТВ, %	100

21. Притиснення верхніх роликів – гідравлічне через важільний механізм.

22. Гідроциліндр притиску ролика, що тягне:

діаметр пуансона, мм	140/70
хід, мм	300

23. Гідроциліндр механізму відокремлення запалу:	
діаметр пуансона/штока, мм	80/40
хід, мм	100
24. Тиск у гідросистемі, МПа	10
25. Тиск води в системі охолодження, МПа	0,4...0,6

### 2.1.3 Опис конструкції

Установка тягнуче-правильних машин складається із шести однакових клітей (по одній кліті на кожен рівчак шестирівчачової МБЛЗ), установлених на загальному базисі, що, у свою чергу, встановлюється на фундамент. Прорізи у фундаментах навколо базису закриваються знімними настилами.

Кліті взаємозамінні, встановлюються на базисі на спеціальних напрямних стрижнях (жорстко встановлених на базис), що забезпечують фіксацію положення кліті щодо осі рівчака. Кожна кліть кріпиться до базису чотирма болтами. На базисі розташовано також голівки спеціальних рухомих з'єднань, які з'єднують трубопроводи холодної води з розведеннями системи охолодження на кожен кліть. На кожен кліть передбачено сім з'єднань (одне для підведення води і шість для зливу). Замикання і розмикання цих з'єднань відбувається при установці або знятті кліті автоматично, без додаткового кріплення. Розведення трубопроводів гідравліки і змащування по клітях з підведеннями на базисі з'єднуються швидко рознімними з'єднаннями, підведення живлення до електрокабельної мережі та розведень по клітям виконано на спеціальних розніманнях. Місця підведення електроживлення, гідравліки і змащення розташовані на вихідній стороні клітей (з боку транспортного рольганга) і закриваються від теплового випромінювання заготовок, що рухаються, спеціальними знімними шторами з гнучкого вогнетривкого матеріалу.

Кожна кліть складається (рис. 2.1) з п'яти роликів, з яких три нижніх – встановлені на опорній рамі, причому, перший по ходу руху заготовки (з боку дуги) ролик, виконаний приводним від електродвигуна через двоступінчастий

планетарно-черв'ячний редуктор. Інші два нижніх ролики – холості. На середньому (опорному) ролику встановлений круговий імпульсний датчик. Два верхні ролики встановлені на хитних важелях верхньої стойки, закріпленої на опорній рамі, над першим і останнім роликами кліті та утворюють дві пари, що тягнуть. Верхні ролики виконані з індивідуальним приводом від електродвигунів через двоступінчасті планетарно-черв'ячні редуктори. Хитання важелів і притиснення верхніх роликів до заготовки, що рухається, здійснюється гідроциліндрами у які вмонтовані шляхові датчики. Розташування роликів обране таким чином, що перша (по ходу руху заготовки) пара роликів контактує з заготівлею, що має кривизну базового радіуса (7 м), а друга – із прямолінійною галузкою заготівлі. Під час руху заготовки від першої пари роликів до другої, відбувається безперервне її випрямлення.

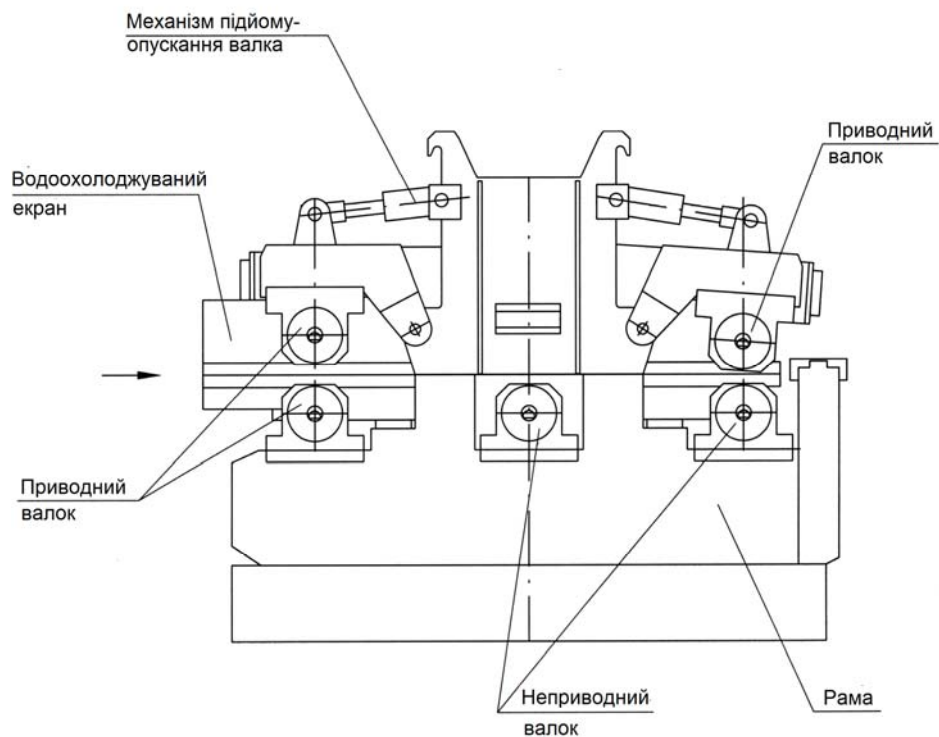


Рисунок 2.1 – Кліть тягнуче-правильної машини

В опорній рамі кліті, з боку транспортного рольганга, встановлений механізм відокремлення запалу від заготовки, конструктивно це холостий ролик на важелі, що має можливість повороту на шарнірах в опорній рамі таким чи-

ном, щоб твірна ролика в крайніх положеннях була вище і нижче твірної останнього нижнього ролика кліті (вище і нижче рівня руху заготовки). Поворот важеля здійснюється гідроциліндром, крайні положення ролика контролюються кінцевими вимикачами.

В усіх трьох гідроциліндрах, змонтованих на кліті (двох гідроциліндрах хитання важелів верхніх роликів і гідроциліндрі механізму відокремлення запалу), передбачена можливість дистанційного регулювання тиску. Крім того, для гідроциліндра механізму відокремлення запалу, передбачений режим роботи на низькому тиску (біля 0,4 МПа), подаваному в обидві порожнини циліндра водночас. Також, для установки оптимальної величини підйому ролика механізму відокремлення запалу над рівнем руху заготовки, передбачене регулювання ходу циліндра за допомогою обмеження повороту важеля механізму регулювальним болтом, який розташовано на опорній рамі.

Усередині кліті між стінками рами і верхньої стойки розташований водоохолоджуваний кожух, що закриває заготовку з чотирьох боків за винятком прорізів, у яких розташовані ролики. Кожух виконаний рознімним із трьох секцій. Кожна секція являє собою зварену трубчасту конструкцію з прямокутних труб, по яких циркулює вода. Кожух служить для захисту конструкцій кліті від нагрівання тепловим випромінюванням заготовки.

На виході з кліті встановлені бічні лінійки для спрямування заготовки по осі рівчака та запобігання контакту бічних стінок кожуха з заготовкою, що рухається. Бічні поверхні лінійок, що можуть контактувати з заготівлею, наплавлені зносостойким термотривким сплавом.

Ролики і корпуси підшипників роликів мають внутрішнє проточне водяне охолодження. Також передбачене проточне водяне охолодження електродвигунів і масляних ванн редукторів. Бочки роликів наплавлені зносостойким термотривким сплавом.

## 2.2 Порядок роботи тягнуче-правильної машини

Для вивчення порядку роботи ТПМ розглянемо кінематичну схему кліті ТПМ (рис. 2.2) та її специфікацію (табл. 2.1).

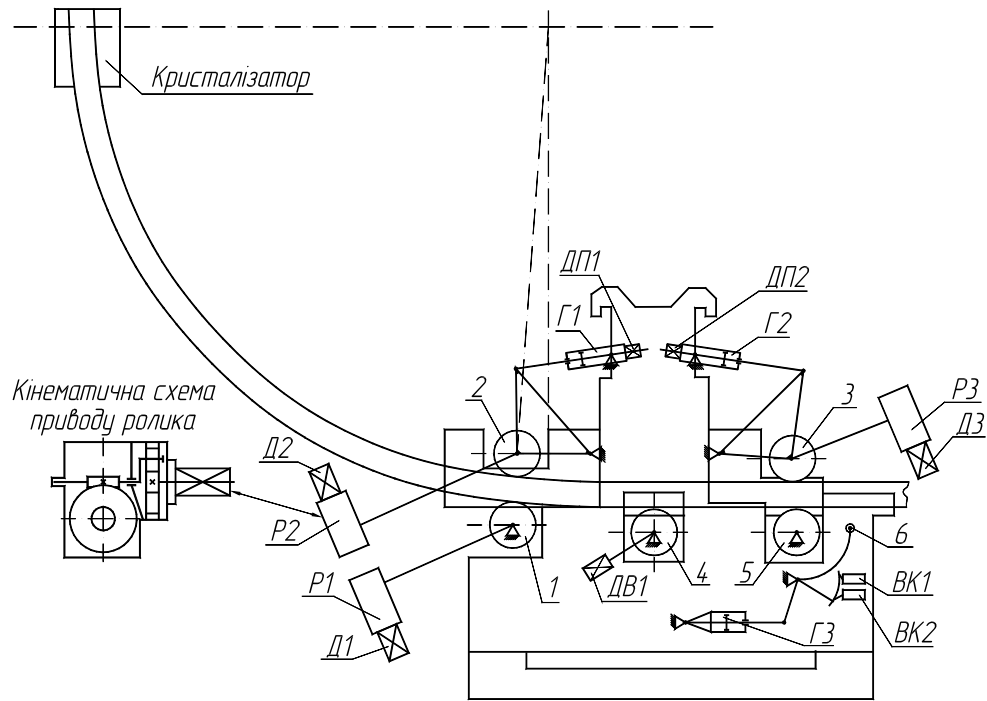


Рисунок 2.2 – Кінематична схема тягнуче-правильної кліті

Редуктори привода верхніх роликів установлені безпосередньо на хвостовиках приводних роликів (хвостовик ролика вставляється в порожнину тихохідного валу редуктора) і від провертання зафіксовані тягами, шарнірно прикріпленими одним кінцем до редуктора, а іншим – до верхньої стойки кліті. Довжина і місця кріплення тяг обрані таким чином, щоб при повороті важелів (при підйомі роликів) редуктори робили плоско-рівнобіжне переміщення без нахилу редуктора (незалежно від кута повороту важеля). Редуктор привода нижнього ролика також установлений на хвостовику приводного ролика і зафіксований від провертання сергою, що прикріплюється до бічної стінки рами.

Запали подаються до установки ТПМ рольгангами. Швидкість подачі запалу на підході до кліті установки ТПМ повинна складати 5 м/хв. Приводи обертання роликів установки ТПМ вмикаються синхронно з приводами рольганга.

Таблиця 2.1 – Специфікація кінематичної схеми (див. рис. 2.2)

Позначення	Назва	Призначення	Тип, характеристика	Кількість на	
				кількість	ТІМ
1	2	3	4	5	6
1, 2, 3	Ролик приводний	Витягування і правлення заготовки	Ø350 мм, довжина бочки 200 мм	3	18
4	Ролик опорний	Виправлення заготовки	Ø350 мм, довжина бочки 200 мм	1	6
5	Ролик холостий	Обмеження вигину заготовки при виправленні	Ø350 мм, довжина бочки 200 мм	1	6
6	Ролик механізму відокремлення запалу	Відокремлення голівки запалу від заготовки	Ø160 мм, довжина бочки 120 мм	1	6
Г1	Гідроциліндр	Притиснення до заготовки, ролика що тягне створення зусилля	Ø140 мм, хід 120 мм	1	6
Г2	Гідроциліндр	Притиснення правильного ролика до заготовки, створення зусилля виправлення	Ø140 мм, хід 300 мм	1	6
Г3	Гідроциліндр	Привод механізму відокремлення запалу, створення зусилля відокремлення запалу	Ø80 мм, хід 100 мм	1	6
ДИ1	Датчик круговий імпульсний	Вимір довжини заготовки	ХН 860 (4096 імп./про.)	1	6
Д1, Д2, Д3	Електродвигуни	Привод обертання роликів 1, 2, 3	1РН4 103-4АF56 N =7,5 Вт, n=1500хв <sup>-1</sup>	3	18
ДП1	Датчик шляховий	Вимір розчину роликів, що тягнуть	LA-66-SSI з кутовим підведенням, вимірювана довжина-150 мм,	1	6
ДП2	Датчик шляховий	Вимір розчину правильних роликів	LA-66-SSI з кутовим підведенням, вимірювана довжина-350 мм	1	6
ВК1	Вимикач кінцевий	Контроль нижнього положення ролика механізму відокремлення запалу	ML441-11yt	1	6
ВК2	Вимикач кінцевий	Контроль верхнього положення ролика механізму відокремлення запалу, контроль відокремлення запалу	ML441-11yt	1	6
Р1	Редуктор	Привод обертання ролика 1	Планетарно-черв'ячний, виконання "черв'як під колесом", загальне передавальне число 317,7	1	6
Р2,Р3	Редуктори	Привод обертання роликів 2, 3	Планетарно-черв'ячний, виконання "черв'як над колесом", загальне передавальне число 317,7	2	12

При вході в кліть ТПМ голівка запалу натискає на ролик механізму відокремлення запалу, утоплює його до рівня роликів рольганга. При цьому спрацьовує (звільняється) кінцевий вимикач, який фіксує верхнє положення ролика (ВК2 за кінематичною схемою).

По сигналу від ВК2, з витримкою часу, достатнього для проходження голівки запалу під правильним роликом 3 (орієнтовно 6-10 секунд), на запал опускається правильний ролик 3 (подається тиск 5,5 МПа в поршневу порожнину гідроциліндра Г2) і, з витримкою часу, достатнього для проходження голівки запалу між роликами, що тягнуть, 1 і 2 (орієнтовно 30-35 секунд), на запал опускається верхній ролик, що тягне, 2 (подається тиск 5,5 МПа в поршневу порожнину гідроциліндра Г1). Після опускання роликів на запал, датчики, вбудовані в гідроциліндри (ДП1 і ДП2 за кінематичною схемою), повинні фіксувати розчин між роликами, рівний 130 мм (величину, що тотожна висоті ланок запалу) з відображенням відповідного значення на моніторі ЕОМ, що керує процесом. Поршневі порожнини гідроциліндрів Г1 і Г2 залишаються під тиском 5,5 МПа, забезпечуючи притиснення верхніх роликів до запалу з незмінним зусиллям.

Після опускання правильного ролика 3 на запал по команді датчика ДП2, вбудованого в гідроциліндр (датчик ДП2 зафіксував розчин між роликами 130 мм), ролик механізму відокремлення запалу повинний опуститися в крайнє нижнє положення (фіксує ВК1).

Датчик імпульсів ДІ, установлений на опорному ролику 4, при проходженні запалу по ролику (останній повинний обертатися силою тертя запалу об ролик) відраховує пройдений запалом шлях. Після просування запалу на відстань приблизно 10200 мм або здійснення правильним роликом 3 біля 10 обертів після опускання на запал, приводи роликів ТПМ повинні зупинитися і подавання запалу припиняється. Після зупинки запалу її передній кінець повинний знаходитися на відстані 600-800 мм від нижнього краю кристалізатора. Ця відстань уточнюється при пусконаладжувальних роботах, після чого відповідно корегуються показання датчика імпульсів ДІ, за яких припиняється подавання запалу (відключаються приводи роликів ТПМ).

Подальший просування запалу в кристалізатор відбувається на швидкості 0,5 м/хв по команді з майданчика керування, розташованого під кристалізатором. При надходженні цієї команди вмикається подача малого тиску (майже 0,35-0,4 МПа) водночас в обі порожнини гідроциліндра механізму відокремлення запалу і ролик піднімається, доки не упреться в запал. Одночасно вмикаються приводи роликів ТПМ. Вмикання приводів роликів ТПМ при перебуванні ролика механізму відокремлення запалу в нижньому положенні (натиснутий ВК1) не допускається.

Подавання запалу в кристалізатор на швидкості 0,5 м/хв продовжується при постійному контакті ролика механізму відокремлення запалу із самим запалом. Ролик обкочується по останній ланці запалу та піднімається в крайнє верхнє положення до спрацьовування ВК2 при сході з його останньої ланки. При спрацьовуванні ВК2 подавання запалу припиняється, при цьому голівка запалу повинна бути введена в кристалізатор приблизно на 100 мм. Після спрацьовування ВК2 подавання запалу убік кристалізатора забороняється як у ручному, так і в автоматичному режимах керування.

Верхні ролики установки ТПМ залишаються притиснутими до запалу, тиск у поршневих порожнинах гідроциліндрів Г1 і Г2 залишається не менш 5,5 МПа.

У цьому положенні запал введена у кристалізатор утримується нерухомо певний час для ущільнення зазорів між голівкою запалу і стінками гільзи кристалізатора, а також заповнення кристалізатора рідким металом. Запал призначена для утворення тимчасового дна в кристалізаторі при його заповненні металом на робочу висоту і подальшого протягання зливка по не приводній і приводній роликівих проводках на початковій стадії лиття.



## **2.3 Недоліки в роботі тягнуче–правильних машин МБЛЗ**

Ознайомившись з досвідом роботи підприємств металургійної галузі України на яких експлуатують тягнуче–правильні машин МБЛЗ [4-6] можна вказати дві основні проблеми:

- інтенсивне зношування поверхонь роликів і, як наслідок, підвищення кількості дефектів на поверхні зливка;
- руйнування підшипникових опор роликів, в наслідок заклинювання підшипників, через їхнє перегрівання, та відповідного погіршення умов роботи приводу через збільшення навантаження на нього.

Причиною вказаних недоліків в роботі тягнуче–правильної машини, безумовно є проблеми охолодження роликів під час роботи, оскільки під час руху литої заготовки поверхню роликів тягнуче-правильної машини МБЛЗ піддається сильному механічному й періодичному тепловому впливу. В результаті втомного, абразивного зношування і високотемпературного окислення поверхня роликів руйнується.

## **2.4 Аналітичний огляд**

### **2.4.1 Призначення зони вторинного охолодження МБЛЗ**

Основною технологічною функцією зони вторинного охолодження (ЗВО) є створення оптимальних умов для повного затвердіння безперервно литого зливка, що забезпечують необхідну якість металу [7].

Зазвичай, говорячи про ЗВО, мають на увазі ту частину МБЛЗ під кристалізатором, де охолодження заготовки відбувається інтенсивніше, ніж просто при охолодженні на повітрі. Отже, зона вторинного охолодження заготовки починається безпосередньо під кристалізатором. Це обумовлюється тим фактом, що тверда скоринка металу, що сформувалася в кристалізаторі, ще досить тонка і недостатньо міцна і вимагає подальшого її нарощування. В сучасних МБЛЗ

протяжність зони вторинного охолодження в залежності від перетину заготовки і швидкості лиття може становити від 8-10 м до декількох десятків метрів. При цьому вона може тривати аж до тягнуче-правильної кліті.

ТПМ є частиною зони вторинного охолодження ще й тому, що саме в ній можна реалізувати «м'який» обтиск [8], тобто створити невеликий обтиск, задля компенсації об'ємної усадки сталі при затвердінні і запобігти тим самим ліквідаційному розшаруванню в центральній частині заготовки. Загалом «м'який» обтиск є найбільш ефективним прийомом підвищення якості безперервнолитих сортових заготовок за рахунок зниження макроліквідацій.

#### **2.4.2 Роликові проводки**

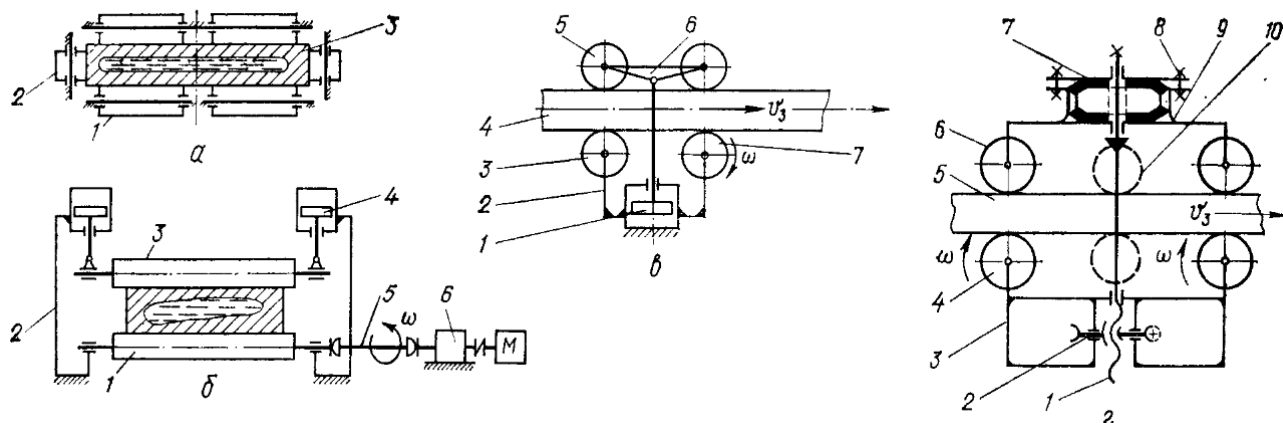
У зоні вторинного охолодження [9], що складається з декількох груп роликів секцій, відбувається подальше затвердіння поверхневої скоринки зливка. Параметри перших (після кристалізатора) секцій неприводних роликів 1 і 2 (рис. 2.3,а) вибирають з таким розрахунком, щоб попередити випинання і розрив скоринки зливка 3.

Приводні роликові проводки або тягнуче-правильні механізми служать для подальшого переміщення зливка на радіальній, а також правлення і переміщення на горизонтальній ділянках. У МБЛЗ вертикального типу приводні ролики забезпечують рух заготовки з певною швидкістю, витягаючи і утримуючи злиток в підвішеному стані.

Для притиснення роликів до зливка застосовуються різні механізми. На рис. 2.3,б, в представлені дво- і чотирироликові секції з гідравлічним притисненням. Два ролика 1 і 3 (рис. 2.3,б) розміщені в рамі 2. Верхній ролик притискається до зливка гідроциліндрами 4, а нижній ролик приводиться в обертання від електродвигуна через планетарний редуктор 6 і шпindel з шарніром Гукка 5,

У конструкції, зображеної на рис. 2.3,в, гідроциліндр 1 притискає до зливка 4 два верхніх ролика 5 через балансірний пристрій 6. Нижні ролики 3, 7 ро-

зташовуються в рамі 2 і приводним роликом є ролик 7. Схема приводу аналогічна механізму, представленому на рис. 2.3,б.



а – секція з неприводними роликами; б – двороликова секція з гідравлічним притисненням роликів; в – чотирироликова секція з гідравлічним притисненням верхніх роликів через балансири; г – шестироликова секція з пружинно-гвинтовим притисненням верхніх роликів

Рисунок 2.3 – Схеми роликів проводок

Пружинно-гвинтовий механізм (рис. 2.3,г) складається з гвинтової пари 1 і черв'ячної передачі 2, що забезпечують установку верхніх роликів 6 і 10 при вертикальному переміщенні гвинта щодо зливка 5. Траверса 9 спирається на тарілчасті пружини 7, зтягування яких регулюється болтами 8. Пружини, стискаючись, оберігають ролики від поломок при їх перевантаженнях. Опори нижніх роликів 4 і 10 знаходяться в рамі 5. При цьому приводними є крайні ролики. Привод індивідуальний від електродвигуна, до ролика крутний момент передається через планетарний редуктор і шпindel з зубчатою і роликосферичною муфтами. Ролики 10 мають менший діаметр, опори верхнього ролика підпружинені.

### 2.4.3 Класифікація роликів проводок

Як зазначалося вище, роликові проводки поділяють на неприводні і приводні.

Існування неприводних роликів проводок МБЛЗ [1] обумовлено тим, що при виході з кристалізатора скориночка зливка замала і має недостатньо високу міцність. При цьому існує висока вірогідність її розтріскування і розриву, саме тому одразу за кристалізатором встановлюють неприводну роликову проводку, здатну забезпечити цілісність скоринки і подальше твердіння зливку. Конструктивне виконання задля цього, як правило, передбачає встановлення подовжніх і поперечних роликів, розташованих по гранях зливка.

Основні вимоги, що висуваються до неприводної роликової проводки (перша неприводна роликова секція):

- простота конструкції;
- висока точність розташування роликів по відношенню до технологічної осі машини;
- можливість регулювання ( $\pm 0,3$  мм) технологічної осі машини;
- можливість швидкої заміни (не більше 90 хв) неприводної секції.

Розглянемо конструкцію неприводної роликової проводки фірми "Демаг" (рис. 2.4), що спроектована для радіальної МБЛЗ.

Роз'ємний корпус 1 проводки має чотири фігурні зварні стінки і спирається лапами 14 і 18 на раму. Під час монтажу секції болтами 16 і пружинно-гвинтовим пристроєм 5 з конічною пружиною 6 і регулювальним гвинтом 7 здійснюється регулювання розташування корпусу щодо осі машини. Вивірений корпус фіксують на рамі клинами 15 і 17 або, в іншому конструктивному виконанні фіксують за рахунок шарнірного поєднання корпусу з двома опорами, котрі мають здатність роздільного переміщення в горизонтальній площині.

Ролики верхньої частини корпусу по широких гранях мають менший діаметр (як правило, виконують ребристими) і встановлені у кількості десять подовжніх роликів 11 в кожному ряді. Нижня частина містить чотири ролики 2

збільшеного діаметру. Швидка заміна вузла комплекту двох роликів можлива за рахунок сполучення болтами опор осей роликів з планками 8, котрі пов'язані з подовжніми стінками корпусу штангами 9 та оснащені клиновими замками 10, а у випадку роликів більшого діаметра за рахунок кріплення болтами до стінок на заставних шпонках.

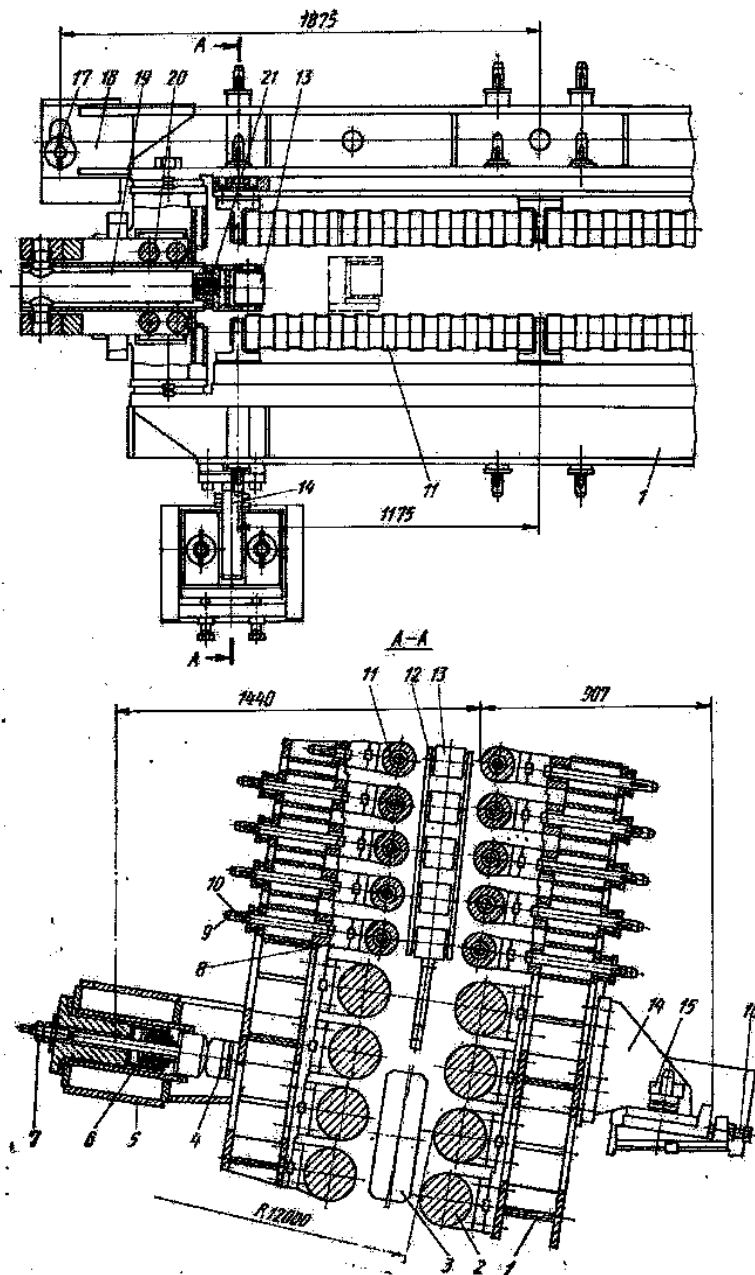


Рисунок 2.4 – Неприводна роликів проводка "Демаг" [1]

Ролики 13 встановлені в двох касетах 12 поперечно у верхній частині корпусу кожної касети у кількості п'ять роликів. Нижня частина корпусу містить

два черевики 3 замість роликів. Штанги прямокутного перетину, з якими сполучені касети і черевики, входять в роликові напрямні 20. Штанги переміщують при зміні ширини зливка за допомогою гідроциліндрів 19, корпуси яких мають шарнірне сполучення з корпусом секції, а штоки поєднані з касетою через сферичну опору 21.

Зміну товщини зливка в діапазоні 200...300 мм виконують за допомогою проміжних пластин, шляхом їх встановлення або прибирання між подовжніми і поперечними стінками. Тим самим, забезпечують зміну довжини наконечника пружинно-гвинтового пристрою.

Можливість швидкої заміни з використанням мостового крану, шляхом виймання крізь отвір в рамі кристалізатору, забезпечена також розмірами і конструкцією проводки. Утворення значного прориву скоринки металу, попереджує можливість подовження блоку, до якого входить кристалізатор з коливальною рамою та неприводна роликова проводка.

Приводні роликові проводки [1] насамперед виконують ті ж самі функції що і неприводні, а також сприяють переміщенню зливка уздовж технологічної осі машини і його виправленню до прямолінійної форми після криволінійної (радіальної) ділянки. Типорозміри роликових секцій та їхня кількість можуть варіюватись. Зазвичай це два–три типорозміри роликових секцій або три – чотири секції одного типорозміру.

Приводні роликові проводки мають задовольняти певним вимогам:

- мінімальні зусилля впливу роликів на скоринку, при витяганні зливка;
- мінімальні перевантаження роликів під час витягання та правлення перехолодженого зливка;
- можливість пропуску напливів на поверхні зливку;
- можливість прибирання захопленого зливка, максимальними шматками;
- мінімальний час на заміну секції у разі її ушкодження внаслідок аварії.

Найбільш поширеними типами механізмів переміщення і притиснення верхніх роликів є:

- гідравлічні

– пружинно-гвинтові.

Розглянемо 10-роликову секцію, в котрій механізми переміщення верхніх роликів є гідравлічними (рис. 2.5). Фігурна зварна станина 3 в нижній частині цієї секції містить п'ять неприводних роликів 4, а в верхній частині розташована рухома рама 8 з чотирма неприводними роликами 6 і приводний ролик 7. Для переміщення рами 8 секція містить чотири гідроциліндри 5, а для переміщення приводного ролика 7 два гідроциліндри 10. Привод обертання ролика 7 складається з електродвигуна, планетарного редуктора і шпинделя.

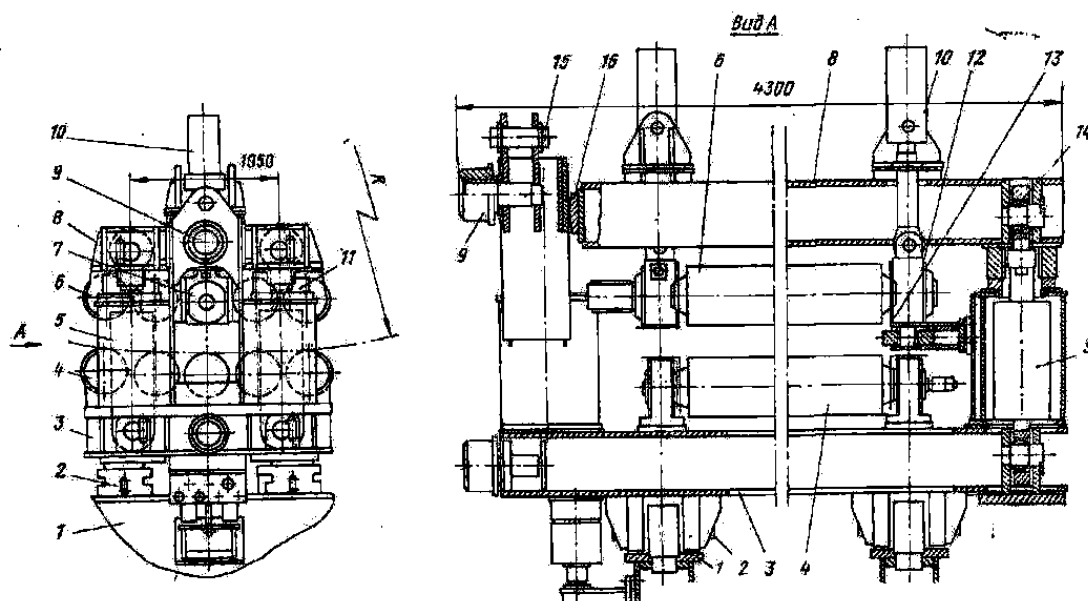


Рисунок 2.5 – Секція 10-роликова

З метою забезпечення сумісного переміщення рухомої рами з верхніми роликами і окреме переміщення приводного ролика, станина закріплюється клиновими з'єднаннями 2 на опорних балках 1. В напрямних 16 станини змонтовано рухома раму, яка через сферичні шарніри 14 поєднується з гідроциліндрами переміщення, шарнірно закріпленими в станині. А гідроциліндри переміщення приводного ролика, встановлені на рамі та сполучаються штоками з підшипниковими подушками 12.

Гідроциліндри переміщення рами виконують наступні функції

- в робочому положенні забезпечують навантаження на ролики лише від феростатичного тиску усередині зливка, за рахунок притискання рухомої рами до стоек станини;
- в аварійній ситуації та під час регулювання машини здійснюють швидкий підйом роликів в крайнє верхнє положення;
- обмежують навантаження на ролики при витяганні охололого зливка.

При введенні запалу в рівчак машини, приводний ролик переводять в нижнє положення, оскільки висота запалу менша за висоту зливка.

При зміні товщини заготовки застосовують заміні фігурні прокладки 11 для регулювання секції.

Ролики встановлені на дворядних конічних роликотішипниках, котрі розташовані в корпусах з сальниковими ущільненнями і відбійними щитками 13, чим попереджається попадання окалини і води в порожнини підшипників. На станині закріплені з двох сторін по два ходові ролики 9, які входять у фігурні напрямні над радіальною частиною приводної роликової проводки і служать для підйому і опускання секції при заміні. Для утримання та транспортування мостовим краном в станині секції передбачена провущина із вставними пальцями 15.

До складу роликових проводок також входять тягнуче-правильні машини, котрі розташовуються на ділянці випрямлення (перехід на горизонтальну ділянку). Розглянемо конструкцію тягнуче-правильної машини [1] представленої на рис. 2.6.

Машина містить окремі роликові секції, встановлені на фундаментних балках 8, щільно одна до одної. I секція по напрямку розливки виконує функцію правки, II і III – створюють зусилля необхідне для витягування зливка і подавання його на приймальний рольганг. Секції містять по два ряди роликів – верхні 5 і нижні 6. Три перші ролики верхнього ряду приводні. В нижньому ряді I і II секцій приводні ролики чергуються через один. В нижньому ряді III секції всі нижні ролики приводні, це забезпечує отримання зусилля, достатнього для витягування, переміщення і видавання готового зливка на рольганг.



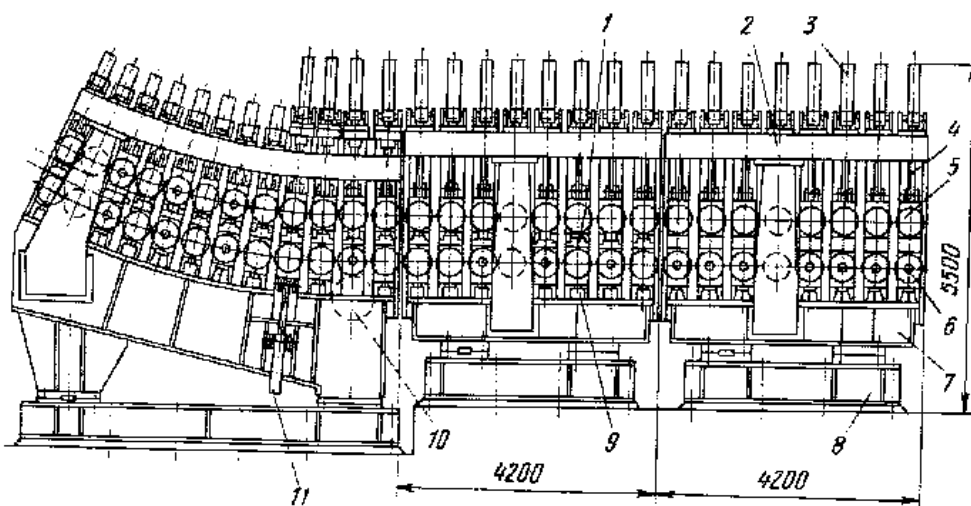


Рисунок 2.6 – Тягнуче-правильна машина фірми "Демаг" [1]

Максимальне навантаження при правленні зливка приходиться на нижній ролик в місці переходу радіальної ділянки в горизонтальну. Цей факт врахований шляхом застосування опорного ролика 10 великого діаметру, котрий притискається двома гідроциліндрами до робочого ролика. В опорних вузлах нижнього ряду роликів I і II секцій встановлені короткоходові гідроциліндри 9, що запобігають поламкам при можливих перевантаженнях.

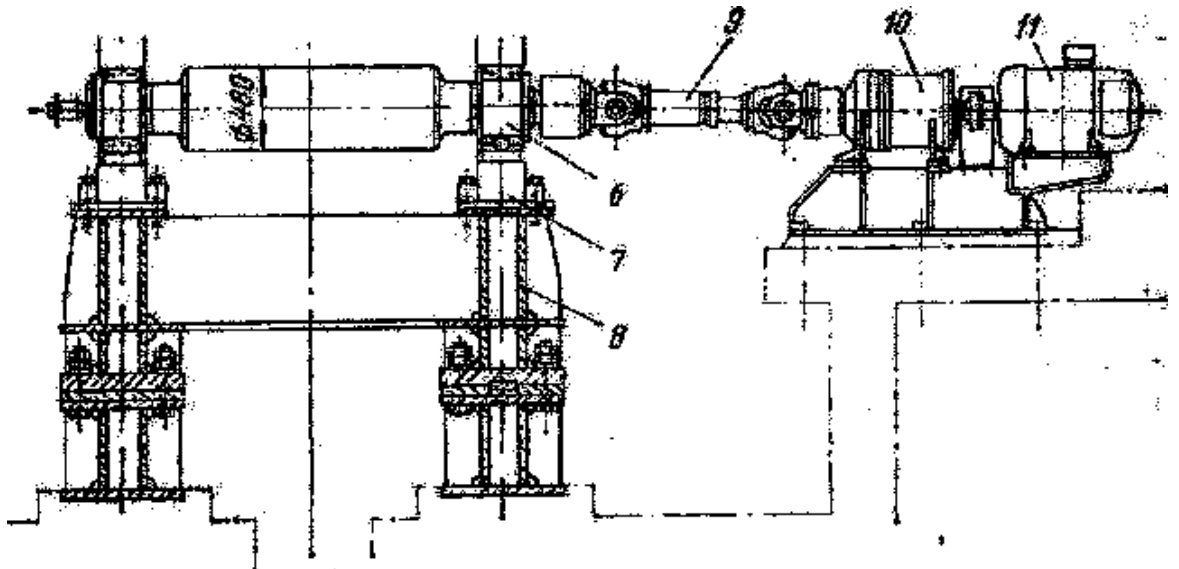
Для видачі порізаного на шматки зливка в разі аварійної зупинки один ролик нижнього ряду перехідної ділянки має можливість вертикального переміщення двома гідроциліндрами 11. Між стойками станини 7 розташовані подушки підшипників верхнього і нижнього рядів роликів, котрі шарнірно сполучені зі штоками 4 двох гідроциліндрів 3, що переміщують їх по нормалі до технологічної осі. В перших двох секціях прокладки 1 використовують для регулювання відстані між роликами. З двох боків розташовані стойки станини, котрі подовжніми балками 2 пов'язані в верхній її частині. Конструювання станини виконано таким чином, щоб забезпечити повузлову заміну робочих роликів в стислі терміни.

Розглянемо тягнуче-правильну машину, конструкція якої представлена на рис. 2.7. До складу приводної лінії секцій та ТПМ входять електродвигун, планетарний редуктор і універсальний шпindel з шарнірами Гука. Зливков витяга-

ється зі швидкістю до 3 м/хв, а момент на вихідному валу редуктора становить 25 кН·м.

Навантаження в такій секції знижені за рахунок використання гідравлічних механізмів переміщення і притиску. Таке технічне рішення дозволяє:

- суттєво скоротити кількість полумок роликів за умов проходження перехолодженого зливка, а також при напливах на поверхні;
- значно прискорити операції переналагодження машини на іншу товщину;
- прискорити видачу перехолодженого зливка з машини шляхом розмиканням роликів, за умови, попереднього розрізання зливка на частини;
- застосувати запал ланцюгового типу.



– Рисунок 2.7 – Тягнуче-правильна машина [1]

До основних недоліків проводки слід віднести:

- потрібна велика чисельність гідроциліндрів (може сягати 250 штук на дворівчаків машині);
- знижена надійність через використання високого тиску в гідроциліндрах;
- низький рівень уніфікація вузлів;

- залишається досить високий ступінь (до 2-х разів) перевантаження роликів у випадку видавання перехолодженого зливка.

ВНДІметмаш свого часу розробив більш ефективну конструкцію роликової проводки приводної. В ній за рахунок підвищення уніфікації вузлів, була підвищена технологічність і знижена вартість виготовлення, поліпшені умови ремонтно-монтажних робіт та затрат на обслуговування.

Конструкція однієї такої секції з чотирма роликами представлена на рисунку 2.8. Механізм переміщення і притиснення неприводних верхніх роликів 2, опори яких прикріплені до рухомої траверси секції, виконано з гідравлічним приводом, котрий змонтовано на рамі 8 з опорною плитою 7, на якій встановлені підшипникові опори нижнього ряду роликів де містяться приводний 6 і неприводний 5, поєднані траверсою 1 з використанням двох балансирів 4 і гідроциліндрів 9.

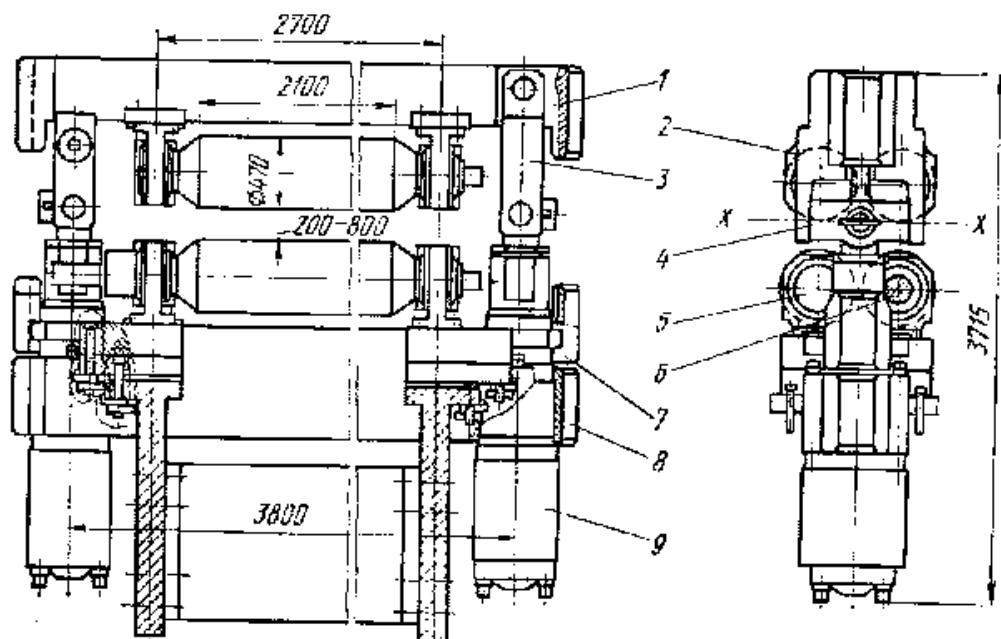


Рисунок 2.8 – Секція уніфікована з чотирма роликами [1]

Рухома траверса верхніх роликів сполучена балансирами зі штоками гідроциліндрів, що забезпечує рівномірний розподіл зусилля від гідроциліндрів до двох верхніх роликів. Саме з'єднання, з одного боку траверси, із балансиром здійснено за допомогою сережки 3, що сприяє виключенню додаткових наван-

тажень у випадках перекосів в рухливій системі. Можливість виникнення таких перекосів обумовлена можливістю нерівномірного ходу штоків гідроциліндрів. Таке рішення виключило необхідність застосування гідравлічної системи синхронізації їх роботи. Контроль сили притиснення забезпечують спеціальні пристрої, що входять до гідроциліндрів і здатні забезпечувати положення верхніх роликів. За певних необхідних умов верхні ролики піднімаються в крайнє положення і пропускають шматки переохолодженого зливка. Плунжери гідроциліндрів, внесені в посилені кільцеві напрямні і сприймають горизонтальні навантаження. За таких конструктивних рішень виключили з конструкції стойки, тим самим зменшивши металоємність і поліпшивши умови ремонтів і процес усунення наслідків аварійних ситуацій по причині прориву скоринки металу, крім того спростити поділ переохолодженого зливка. Привод секції складається з електродвигуна, планетарного редуктора і шпинделя.

Підсумовуючи, можна відзначити наступні переваги роликової проводки конструкції ВНДІметмаш перед проводкою "Демаг":

- зменшено кількість гідроциліндрів;
- попереджене використання високонатискних шлангів, що дозволило підвищити надійність в роботі гідравлічної системи;
- зникла потрібність застосування системи синхронізації роботи гідроциліндрів;
- зменшене навантаження на ролик при неординарних умовах роботи з переохолодженим зливком;
- з'явилися переваги уніфікації конструкції і зменшення вартості машини.

Окремо доцільно розглянути МБЛЗ комбінату "Азовсталь" в яких забезпечені приводними роликовими секціями радіальних і криволінійних машин з пружинно-гвинтовими механізмами переміщення і притиску верхніх роликів.

Конструкція такої ділянки шести роликової секції представлена на рис. 2.9 спроектована УЗВМ. Ці секції можуть встановлюватися на ділянках приводних проводок радіального і криволінійного призначення.

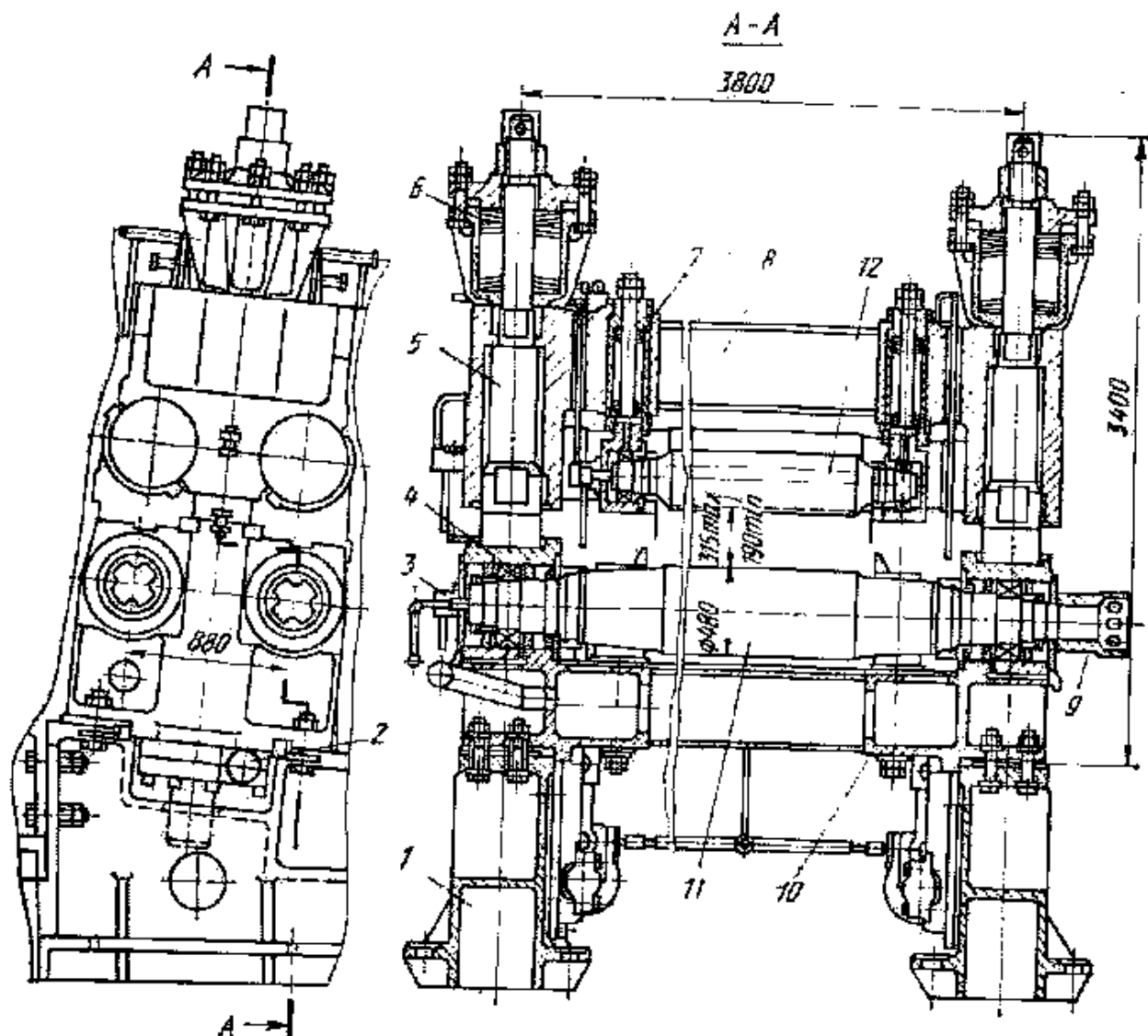


Рисунок 2.9 – Секція роликова конструкції УЗВМ [1]

Лита рама 10 секції розташована на литій фундаментній балці 1 і містить три ролики 11 в нижньому ряді, рухому траверсу 8 з трьома роликами 12 верхнього ряду. Встановлений механізм вертикального переміщення роликів верхнього ряду налічує два рухомих поступально гвинти, пружинні пристрої з пакетами великих 6 і малих 7 тарілчастих пружин і два приводи роликів нижнього ряду. Ролики у верхньому ряді неприводні; в нижньому ряді перший і останній ролики мають індивідуальний привод. Центральні ролики у верхньому та нижньому рядах мають менший діаметр, ніж крайні. При цьому на хвостовики 5 вільно опирається траверса, котру рухають двоходові гвинти редукторів черв'ячно-гвинтових. В обоймах між траверсою і гайками містяться пакети ве-

ликих тарілчастих пружин. Болти, розташовані колом по обоймі, регулюють попереднє стиснення пружин. В разі перевищення сили попереднього зусилля стиснення пружин на крайніх роликах, траверса має спроможність зміститися по хвостовиках та запобігти поломці роликів. Середній ролик верхнього ряду мають подібне налаштування за допомогою тарілчастих.

В опорну раму вмонтовані механізм підйому верхніх роликів, що містять електродвигун, планетарний редуктор, проміжний вал із зубчастими муфтами і два черв'ячно-гвинтових редуктори 2. Гвинти ходові рухаються, за рахунок зв'язку швидкохідних валів редукторів. Розмір ходу гвинтів достатній для розведення роликів на величину перехолодженого зливка порізаного на шматки. Для сприйняття горизонтальних зусиль хвостові частини гвинтів, розміщені в опорній рамі в напрямних втулках.

Ролики встановлені на дворядних сферичних роликотідишниках 4 та мають водяне охолодження, за рахунок підведення в тіло ролика трубки з неприводної сторони через центральний глухий отвір. В такий спосіб утворюються центральний і кільцевий канали по яких здійснюється підведення і відведення води через водорозподільник 3 сполучений з напірним і зливним водогонями.

Привод двох роликів містить електродвигун постійного струму, планетарний редуктор, проміжний вал із муфтами зубчастою і роликотідишником 9. За рахунок електродвигуна постійного струму можна, за рахунок регулювання швидкості, виробляти широкий сортамент розмірів зливків. Використання планетарних редукторів дозволяє, при мінімальних габаритах, забезпечити велике передавальне число і достатній на вихідному валу крутний момент. Нормальна робота приводу забезпечується, за умови можливих перекосів та неспіввісного монтажу валів. Для цього використовуються шпинделі з універсальними шарнірами, а також проміжні вали з компенсуючими муфтами. Таке рішення, дозволяє уникати можливого потрапляння рідкого металу при аварії, оскільки електродвигун і редуктор винесені із зони безпосереднього теплового впливу.

#### 2.4.4 Матеріали для виготовлення роликів проводки МБЛЗ

Ефективність використання МБЛЗ в значній мірі забезпечується терміном служби роликів, які схильні до високотемпературного локального нагрівання, абразивно-корозійного зношування і втомного руйнування [10]. З цієї причини найбільше застосування для роликів знайшли теплотривкі сталі, леговані хромом (0,5...1,8%), нікелем (0,3...0,8%) і молібденом (0,2...1%). Широко використовують також ролики з наплавленим шаром, що містить 5...22% хрому, що зменшує розтріскування їх поверхні через втому.

АХК ВНДІМЕТМАШ створена конструкція роликів з кільцевими 1-2-шаровими бандажами для слябових МНЛЗ (рис. 2.10). Стійкість роликів з бандажем приблизно в 10...15 разів вище стійкості суцільнокованих.

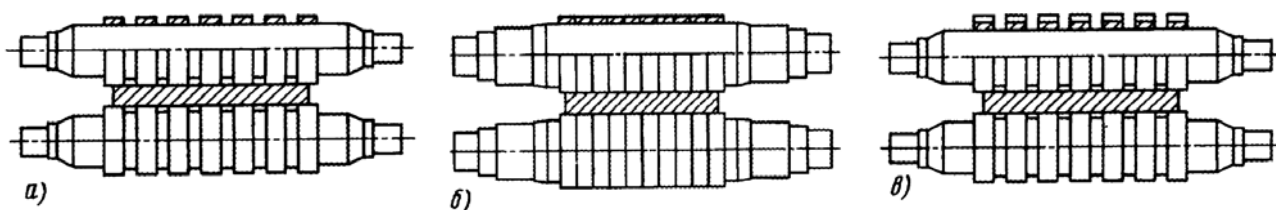


Рисунок 2.10 – Ролики з кільцевими бандажами: а – без проміжних вставок; б – з проміжними вставками; в – з зносостійким зовнішнім шаром

#### 2.4.5 Огляд технічних рішень щодо конструкції роликів

Раніше було відзначено, що руйнування підшипникових опор роликів, в наслідок заклинювання підшипників, через їхнє перегрівання, та відповідного погіршення умов роботи приводу через збільшення навантаження на нього, є однією з головних проблем в надійній роботі тягуче-правильної машини. Досвід експлуатації МБЛЗ та розвиток технічних наук дозволили розробити низку технічних рішень, котрі дозволяють достатньо ефективно вирішувати означену проблему.

Відомий валок [11] у якого, з метою підвищення ефективності охолодження валка і збільшення терміну його служби, на зовнішній поверхні цилінд-

рового сепаратора, що встановлений у внутрішній порожнині валка, виконані ребра, які утворюють канали з внутрішніми стінками валка, причому ребра сепаратора можуть бути розташовані паралельно осі валка або по спіралі.

На рис. 2.1 представлений подовжній розріз даного валка і його перетин А-А.

Водоохолодження валку здійснюється через внутрішню порожнину 1, в якій встановлений циліндричний сепаратор 2, що має ребра 3, виконані паралельно осі валка і які утворюють канали 4 з внутрішніми стінками валка. Ребра можуть, бути виконані по спіралі. Сепаратор являє собою тонкостінну трубу, заглушену з обох боків.

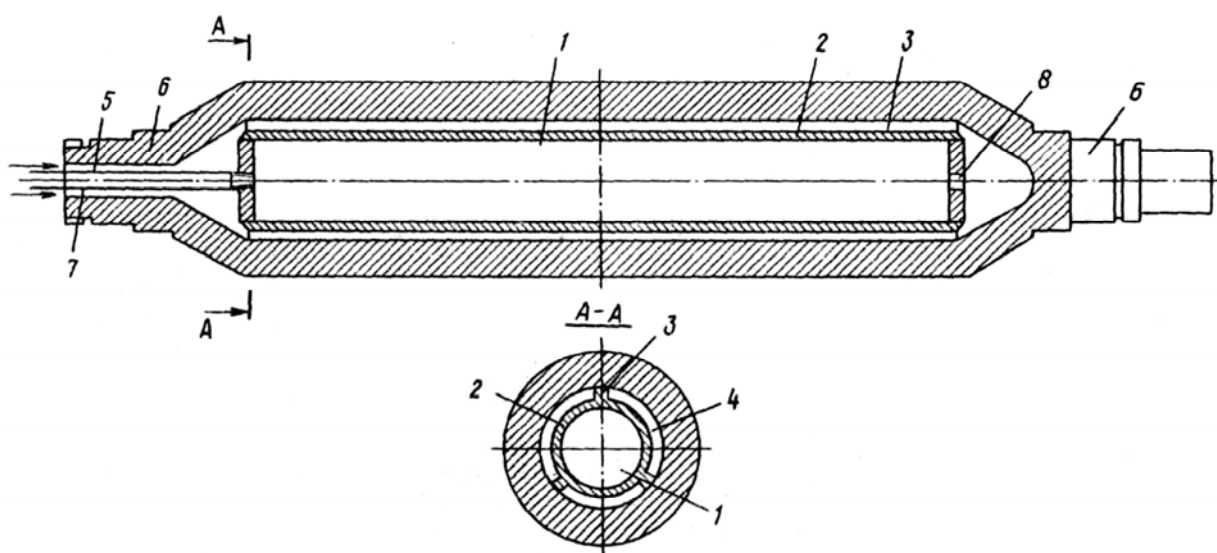


Рисунок 2.11 – Валок з охолодженням за допомогою ребр, які утворюють канали з внутрішніми стінками валка [11]

Вода підводиться через отвір 5, виконаний в одній з цапф 6 і зливається по трубі 7.

Цапфи 6 валка утворені шляхом опресовування його кінців, причому сепаратор 2 встановлюють в порожнині валка перед опресовуванням цапф 6.

Охолодження валка здійснюють таким чином. Воду, для охолодження валку подають через порожнисту цапфу 6 в зазор між зливною трубою і стінкою отвору цапфи 6. Потім вода йде уздовж каналів 4 і через отвір 8 поступає



у внутрішню порожнину сепаратора 2. Зливають воду через трубу 7, розміщену в порожнистій цапфі 6.

Описаний валок дозволяє підвищити ефективність його охолодження і збільшити термін служби. Це забезпечується за рахунок високої швидкості руху охолоджувача у вузьких каналах, утворених ребрами сепаратора. Причому величина швидкості достатня для запобігання утворенню пари, що погіршує відбір тепла в місці контакту при відносно невеликій витраті води.

Особливо ефективний відбір тепла при спіральному розташуванні каналів, оскільки при цьому охолоджуюча вода одержує обертальний рух і омиває то гарячу, то холодну внутрішню поверхню валка, що забезпечує більш рівномірне відведення тепла.

Стійкість валка пропонованої конструкції підвищується приблизно удвічі, а норма витрати таких валків складає 0,2 валки в тиждень на одному рівчаку.

Відома конструкція валку [12] у якого, з метою підвищення надійності і терміну служби, труба для подачі охолоджувача по довжині валка забезпечена кожухом, виконаним у вигляді двох конусів, сполучених основами в середній частині валка. При цьому, в процесі роботи має місце більш рівномірний розподіл температури уздовж бочки валка, що сприяє зниженню виникаючих при цьому температурних напружень і деформацій, що порушують нормальний режим роботи.

Валок (рис. 2.12) містить бочку 1 з внутрішнім каналом 2, трубу 3 для подачі охолоджуючої рідини, кожух 4, виконаний у вигляді двох конусів, сполучених основами в середній частині ролика, і кільцевий канал 5 для проходу охолоджуючої рідини. Форма кожуха 4 знайдена з аналізу критеріального рівняння конвективного теплообміну в кільцевому каналі.

Пристрій працює таким чином. По трубі 3 у внутрішній канал 2 валка подається охолоджуюча рідина. Оскільки труба 3 забезпечена кожухом змінного діаметра, то при постійній витраті охолоджуючої рідини уздовж осі ролика має місце різний розподіл швидкостей, що визначаються площею кільцевого каналу 5. В результаті збільшується тепловіддача в тій частині валка, де має місце кон-

такт із злитком (середня частина валка), і зменшується до кінців бочки валка, тобто пропонований пристрій дозволяє вирівнювати розподіл температури уздовж бочки валка.

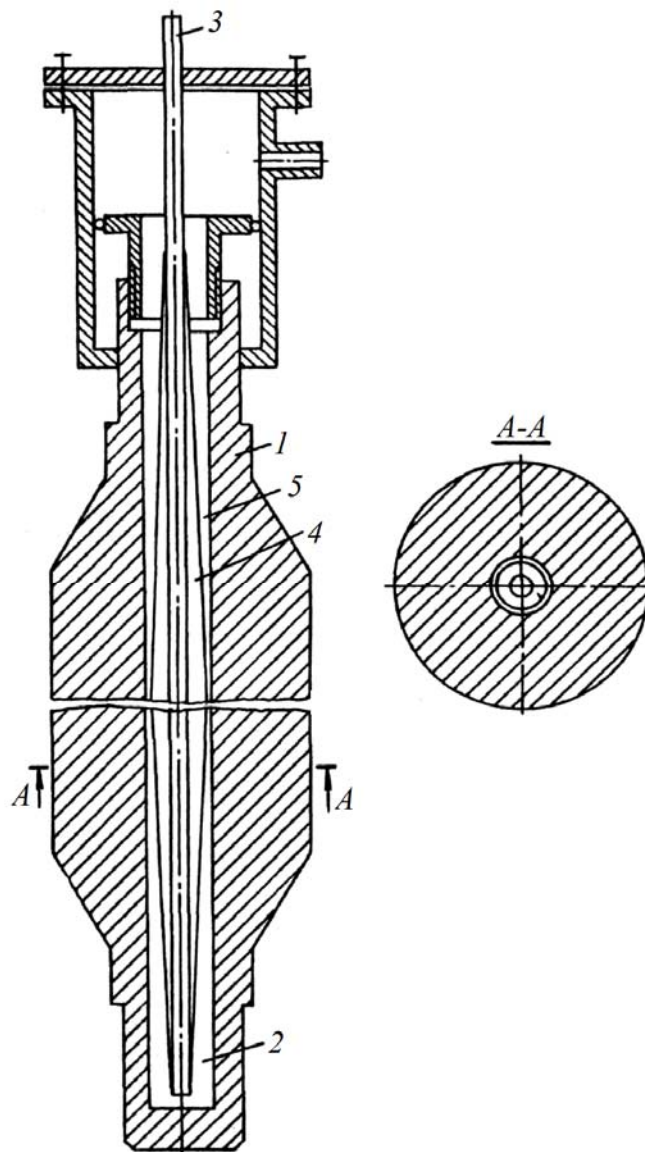


Рисунок 2.12 – Подовжній розріз валку [12]

Існують підшипникові опори роликів МБЛЗ (рис. 2.13), що мають здатність до самостійного встановлення та центрування [13] та дозволяє підвищити термін служби підшипникових опор шляхом покращення умов змащування і видалення продуктів зносу контактуючих поверхонь.

Для досягнення описаного ефекту зовнішня і внутрішня обойми виконані відповідно з опуклою і увігнутою поверхнями у вигляді тору, при цьому внут-

рішня обойма містить два сполучених кільця з роз'ємом в площині, котра перпендикулярна вісі підшипника і проходить крізь вершину поверхонь ковзання. В одному кільці внутрішньої обойми є отвори розташовані паралельно вісі підшипників, котрі сполучені радіальними отворами з кільцевою змащувальною канавкою, при співвідношенні діаметрів отворів 2...3.

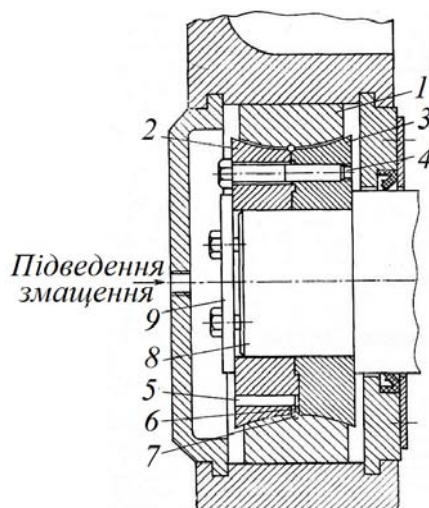


Рисунок 2.13 – Підшипникові опори роликів МБЛЗ [13]

Величина переміщення поверхонь ковзання один щодо одного при наявних вигинах ролика незначна і цілком може бути забезпечений за рахунок зазору між обоймами, що дозволить збільшити площу контакту поверхонь ковзання.

Підшипник (див. рис. 2.13) містить зовнішню обойму 1 і внутрішню обойму, що складається з двох кілець 2 і 3 що сполучаються між собою болтами 4. В кільці 2 внутрішньої обойми виконано паралельно осі підшипника отвір 5, що з'єднується радіальним отвором 6 з кільцевою змащувальною порожниною 7. Внутрішня обойма насаджена на цапфу ролика 8 і утримується від осьового переміщення упорною шайбою 9. Співвідношення діаметрів отворів 5 і 6 дорівнює 2–3.

Пристрій працює таким чином. Кільця 2 і 3 підшипника заводяться з двох сторін в зовнішню обойму 1 і з'єднуються між собою болтами 4. Внутрішня обойма насаджується на цапфу ролика 8 і утримується від зсуву в осьовому на-

прямі упорною шайбою 9, а зовнішня обойма 1 поміщається в порожнину підшипникового вузла по змінній посадці. Підведення масла здійснюється централізовано – через отвір в кришці вузла. Вузол заповнений маслом вище отвору 5 в кільці 2 внутрішньої обойми, і масло постійно заповнює через отвір 5 і отвір 6 кільцеву змащувальну порожнину 7.

На поверхнях ковзання зовнішньої обойми 1 можуть бути виконані додаткові змащувальні канавки, що не виходять за межі зони контакту і сполучені з кільцевою змащувальною порожниною 7. Ці канавки сприяють видаленню продуктів зносу з поверхонь ковзання.

Економічний ефект від застосування пропонованих підшипників ковзання досягається у зв'язку із збільшенням у декілька разів (3...5) їх стійкості.

#### **2.4.6 Підвищення надійності роботи роликів**

Ролики МБЛЗ після експлуатації зменшуються в діаметрі внаслідок окислення і механічного зношування. Крім того, на їх поверхні з'являються тріщини, викликані циклічним нагріванням, так звані «тріщини розпалу».

Відновлення роликів наплавленням передбачає проточку зношених місць для створення чистої (без чорноти) поверхні, їх наплавлення і подальше обточування до робочого об'єму.

Відомо [14], що при наплавленні в захисних газах має місце розбризкування розплавленого металу і, пов'язані з ним, часті зупинки процесу для очищення сопла пальника від налиплого бризок. Справжня технологія наплавлення роликів вільна від цього недоліку.

Застосування суміші 90%Ar+10%CO<sub>2</sub> і тонкого дроту забезпечує струменеве або дрібнокрапельне перенесення розплавленого електродного металу в зварювальну ванну і тим попереджається розбризкування і непродуктивні втрати часу.

Наплавлення [14] передбачає нанесення розплавленого металу на оплавлену металеву поверхню з наступною його кристалізацією для створення шару

з заданими властивостями і геометричними параметрами. Наплавлення застосовують для відновлення зношених деталей, а також при виготовленні нових деталей з метою отримання поверхневих шарів, що володіють підвищеними твердістю, зносостійкістю, жароміцністю, кислотостійкістю або іншими властивостями. Вона дозволяє значно збільшити термін служби деталей і набагато скоротити витрату, дефіцитних матеріалів при їх виготовленні.

При більшості методів наплавлення, так само як і при зварюванні, утворюється рухлива зварювальна ванна. У головній частині ванни основний метал розплавляється і перемішується з електродним металом, а в хвостовій частині відбуваються кристалізація розплаву і утворення металу шва. Наплавляти можна шари металу як однакові за складом, структурою та властивостями з металом деталі, так і з властивостями, що значно відрізняються від них. Метал, що наплавляється, вибирають з урахуванням експлуатаційних вимог і зварюваності. Наплавлення може проводитися на плоскі, циліндричні, конічні, сферичні та інші форми поверхні в один або кілька шарів. При наплавленні поверхневих шарів з заданими властивостями, як правило, хімічний склад наплавленого металу істотно відрізняється від хімічного складу основного металу.

Середньо наведені дані ефективності наплавлення показують, що наплавочні технології, обладнання та матеріали дозволяють:

- замінити відновним наплавленням одного кілограма наплавочного матеріалу придбання 20...25 кг нових деталей;
- замінити зміцнювальним наплавленням одного кілограма наплавочного матеріалу придбання 60...75 кг нових деталей;
- зміцнювальним наплавленням збільшити термін служби деталей від 2 до 5 разів;
- вклавши 1 грн. в наплавлення, отримати від 5 до 10 грн. економії.

Крім цього наплавлення має природоохоронне і ресурсозберігаюче значення, оскільки при використанні 1 кг наплавленого матеріалу дозволяє економити: 70...100 кг агломерату, 20...30 кг коксу, 4...5 кВт електроенергії, 6...8 м<sup>3</sup> природного газу.

Застосовують наступні види наплавлення:

- ручне дугове;
- автоматичне і напівавтоматичне під флюсом;
- в захисних газах;
- плазмове;
- вібродугове;
- самозахисного порошкового дроту або стрічки відкритою дугою;
- електрошлакове.

Ручне дугове наплавлення виконується покритим електродом, що плавиться або не плавиться електродом. Наплавочні електроди застосовуються відповідно до призначення кожного типу і марки. Електроди застосовують при наплавленні на поверхню деталі порошкових сумішей. Застосовуються електроди з литих твердих сплавів і у вигляді трубки, заповненої легуючою порошкподібної сумішшю. Ручне наплавлення малопродуктивне і трудомістке, тому застосовується при наплавленні деталей складної конфігурації.

Автоматичне і напівавтоматичне наплавлення під флюсом проводиться дротом суцільного перетину, стрічковим електродом або порошковим дротом. Легування наплавленого шару здійснюють через електродний дріт, легуючий флюс (при дроті з низьковуглецевої сталі) або спільним легуванням через проволочку і флюс. Іноді в зону дуги вводять легуючі речовини у вигляді пасти або порошку. Наплавлення в захисних газах застосовують при наплавленні деталей в різних просторових положеннях і деталей складної конфігурації.

Наплавлення в захисних газах застосовують при наплавленні деталей в різних просторових положеннях і деталей складної конфігурації. Можливість спостерігати, за процесом формування валика дозволяє коригувати його, що дуже необхідно при наплавленні складних поверхонь. Наплавлення проводять найчастіше в аргоні або вуглекислому газі плавким або неплавким електродом. Найбільшого поширення набуло наплавлення в вуглекислому газі на постійному струмі зворотної полярності.

Плазмове наплавлення проводиться плазмовою (стислою) дугою прямої чи непрямої дії. Присадним матеріалом служить наплавочний дріт і порошкові суміші. Існують різні схеми наплавлення, які мають широке застосування завдяки високій продуктивності (7...30 кг/год), можливості наплавлення тонких шарів при малій глибині проплавлення основного металу. При цьому отримують гладку поверхню і високу якість наплавленого шару.

Вібродугове наплавлення виконується спеціальної автоматичної голівкою, що забезпечує вібрацію і подачу електродного дроту в зону дуги. При вібрації електрода відбувається чергування короткого замикання зварювального кола та розриву ланцюга (паузи). У зону наплавлення подається охолоджуюча рідина. Вона захищає наплавлений метал від впливу повітря і охолоджує деталь, що сприяє зменшенню зони термічного впливу, знижує зварювальні деформації і підвищує твердість наплавленого шару. В якості охолоджуючої рідини застосовують водні розчини солей, що містять іонізуючі речовини (наприклад, кальцинованої соди), що полегшують періодичне збудження дуги після розриву ланцюга (паузи). Спосіб знайшов велике застосування для наплавлення на зношені поверхні деталей шару невеликої товщини (до 1 мм).

Наплавлення самозахисного порошкового дроту або стрічки відкритою дугою не вимагає захисту наплавленого металу і по техніці виконання в основному не відрізняється від наплавлення в захисному газі. Перевагою цього виду є можливість наплавлення деталей на відкритому повітрі при вітрах і протягах. Зварювальник, спостерігаючи за процесом, може забезпечити хороше формування валиків, що наплавляються. Наплавлення самозахисного дроту менш складна, як по обладнанню, так і за технологією, добре піддається механізації процесу.

Електрошлакове наплавлення характеризується високою продуктивністю. Спосіб дозволяє отримувати наплавлений шар будь-якого заданого хімічного складу на плоских поверхнях і на поверхнях обертання (зовнішніх і внутрішніх). Наплавлення виконується за один прохід незалежно від товщини наплавленого шару.

Газове наплавлення має обмежене застосування, оскільки при наплавленні виникають великі залишкові напруги і деформації в наплавлених деталях. Для наплавлення застосовують литі тверді сплави.

Автоматичне електродугова наплавлення під шаром флюсу – один з основних методів відновлення зношених деталей, застосовуваних на підприємствах, які ремонтують деталі машин. Цей спосіб наплавлення розроблений Інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона [15].

Суть методу: електрична дуга горить між електродним дротом і наплавлюваною деталлю під захистом флюсу. Процес протікає в такий спосіб. В зону горіння дуги автоматично безперервно і рівномірно подається електродний дріт або стрічка. Під дією температури дуги ( $6000 \dots 7000^{\circ}\text{C}$ ) частина флюсу розплавляється і на поверхні металу створюється шлаковий шар, що захищає розплавлений метал від шкідливого впливу повітря.

Наявність захисного шару сприяє повільному охолодженню наплавленого металу, що робить позитивний вплив на формування шару наплавлення, знижує пористість і ускладнює загартування поверхні.

На якість і механічні властивості наплавленого шару великий вплив мають матеріал дроту і її діаметр, склад флюсу і розміри його складових елементів (грануляція), швидкості подачі дроту і наплавлення, рід і полярність струму, режими наплавлення, обраний прийом наплавлення і розташування електрода по відношенню до наплавлюваної поверхні.

Автоматичне наплавлення під шаром флюсу в порівнянні з ручним способом в кілька разів підвищує продуктивність завдяки збільшенню швидкості наплавлення і покращує якість наплавлення: шов виходить однорідний і щільний, зберігаються легуючі добавки, якість наплавлення не залежить від індивідуальних навичок зварника; зменшує витрату матеріалів; майже повністю усуває втрати електродного дроту; виключає виготовлення електродів з обмазкою; дозволяє використовувати флюс 2-3 рази; скорочує витрати електроенергії в результаті усунення непродуктивного нагрівання основного металу, випромінювання і втрат на розбризкування і чад, що мають місце при ручному способі;



знижує витрати, пов'язані з механічною обробкою після наплавлення, так як завдяки рівномірній товщині наплавленого шару зменшується припуск для наступної обробки; покращує умови праці зварників, так як відсутній потужний світловий потік, який супроводжує ручну зварку, і зменшується виділення шкідливих газів.

Принципіальна схема наплавочного апарату А-874Н представлена на рис. 2.14. Він може використовуватися для відновлення циліндричних і плоских деталей як під флюсом, так і в середовищі вуглекислого газу і відкритою дугою при використанні суцільного або порошкового дроту або стрічки. Апарат має механізм поперечного коливання електрода, що дозволяє виконувати широкошарове наплавлення.

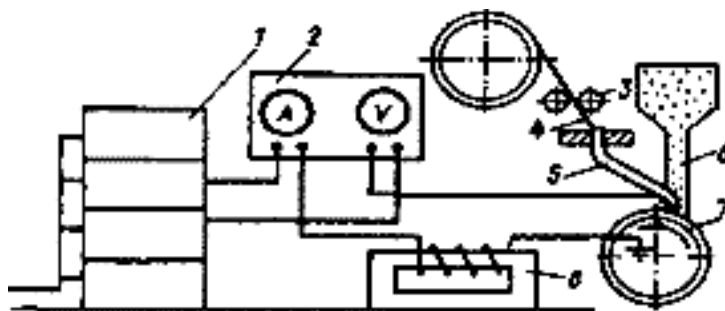


Рисунок 2.14 – Схема наплавочного апарату А-874Н для автоматичного наплавлення під шаром флюсу

Джерелом живлення служать звичайні зварювальні перетворювачі ПСО і ПС або селенові випрямлячі. У якості механічного обладнання зазвичай застосовують старі токарні верстати. У центрах верстата встановлюють деталь, на супорті монтують головку і допоміжне обладнання. Для зменшення частоти обертання верстата встановлюють понижуючий редуктор. Робота наплавочної установки: електродний дріт 4 подається автоматичною наплавочною головкою 3 через мундштук 5 до наплавлюваної деталі 7, яка обертається. Одночасно в зону дуги з бункера 6 подається флюс.

Особливості автоматичного вібродугового наплавлення: електрод одночасно з поступальним рухом вібрує з заданими частотою і амплітудою, тому

процес горіння дуги періодично переривається. У зону зіткнення електрода та деталі подається рідина, яка охолоджує деталь і іонізує дугу.

На рис. 2.15 показана робота наплавочної установки. Зварювальний дріт 4 з касети 6 направляється механізмом, що подає 5 через мундштук яка обертається в центрах 2 до наплавлюваного деталі 1, токарного верстата. Мундштук дротом здійснює коливальні рухи під дією вібратора 7. Одночасно до деталі по шлангу 3 через мундштук насосом подається охолоджуюча рідина (розчин кальцинованої соди з добавкою 0,5% мінерального масла або 15% -ний водний розчин гліцерину). Відпрацьована рідина збирається в спеціальний бак.

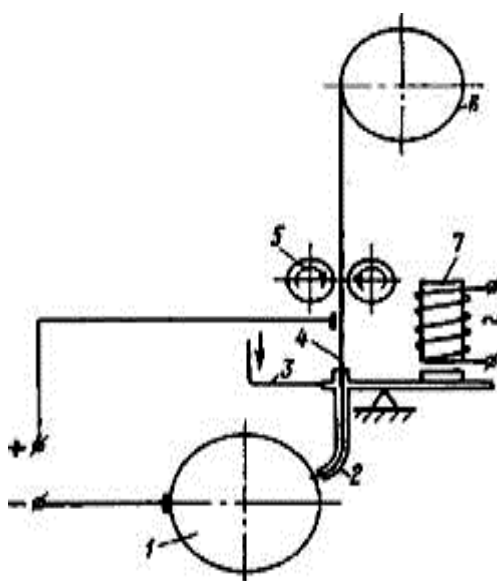


Рисунок 2.15 – Схема установки для вібродугового наплавлення

Більш ефективним способом, що поліпшує вібродугове наплавлення, є наплавлення в газорідинному середовищі (рис. 2.16). На відміну від наплавлення в рідині тут атмосферне повітря витісняється із зони наплавлення струменем кисню при низькому тиску (0,02...0,04 МПа). Разом з киснем в зону наплавлення постійно подається невелика кількість води (0,3 л/год). Потрапляючи в зону горіння дуги, вода випаровується, а водень, що дисоціює з нею, знижує окиснючу дію кисню.

Кисень (див. рис. 2.16) подається до місця зварювання з балона 12 через редуктор 11, дозуючий жиклер 7 і газопідвідне сопло 2 під тиском. Вода надхо-

дять з напірного бака 5 через матерчатий фільтр 4 і дозуючий кран 6. Електро- дний дріт з касети 10 подається до наплавлюваної деталі 1 через трубку в мундштуці 3 механізмом 9, що подає вібродугову головку 8. Наплавлення здійснюють на постійному струмі зворотної полярності. Джерелом струму 13 слугить перетворювач ПСГ-500 з баластними реостатом. Для додання стійкості дузі в зварювальний ланцюг включають дросель 14.

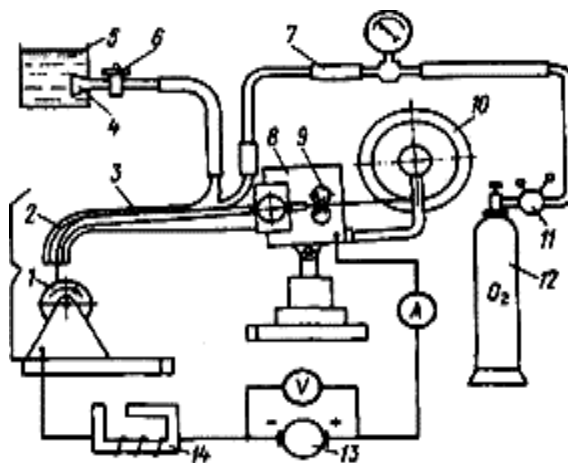


Рисунок 2.16 – Схема установки для вібродугового наплавлення в газорідному середовищі

Наплавлення в захисній газовому середовищі може бути автоматичним або напіваавтоматичним. Для цього використовують звичайні наплавочні голівки. Особливістю цього способу є те, що зварювальний дуга горить у струмені газу, який витісняє повітря із зони горіння дуги, захищаючи розплавлений метал від азоту і кисню повітря. Як газове середовище можуть застосовуватися вуглекислий газ, водяний пар, газорідний струмінь.

Найбільш поширене наплавлення в захисному середовищі вуглекислого газу (рис. 2.17). Вуглекислий газ постачають в сталевих балонах чорного кольору з написом «Вуглекислота». Газ через осушувач 5, електричний підігрівач 4, понижуючий редуктор 3, витратомір 2 і рукав 1 для подачі газу надходить до газоелектричного пальника 11. Одночасно до пальника надходять електродний дріт і струм. Осушувач представляє собою патрон, наповнений силікагелем або мідним купоросом.

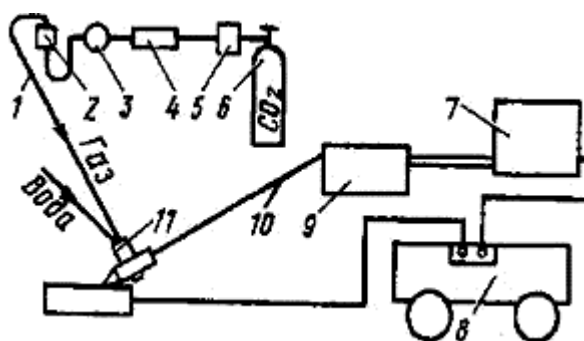
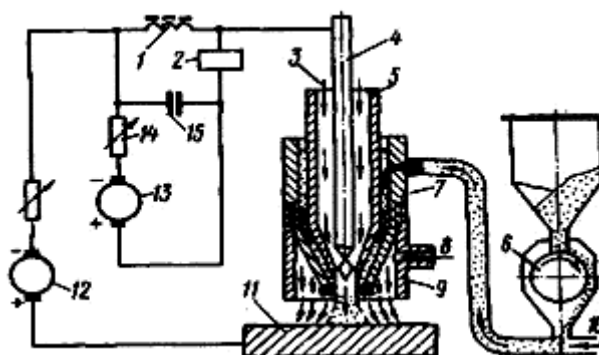


Рисунок 2.17 – Схема установки для вібродугового наплавлення в захисному середовищі вуглекислого газу

Плазмове наплавлення є одним з ефективних способів (рис. 2.18). Сутність процесу: присадний металевий порошок вдувається несучим газом в електричну дугу (неперехідна дуга), яка оплавляє порошок і переносить на поверхню деталі, оплавлену електричною дугою (перехідна дуга). Переваги цього способу: можливість наплавляти різні сплави, гарна якість наплавленого металу і висока продуктивність процесу (6 кг/год).



1 – дросель; 2 – осцилятор; 3 – газ, що утворює плазму; 4 – вольфрамовий електрод; 5 – внутрішнє сопло пальника; 6 – живильник для подачі порошків; 7 – зовнішнє сопло; 8 – захисний газ; 9 – захисне сопло; 10 – несучий газ; 11 – наплавлювана деталь; 12 – джерело живлення перехідної дуги (ПС-500); 13 – джерело живлення неперехідної дуги (ПС-300); 14 – баластний реостат; 15 – конденсатор

Рисунок 2.18 – Схема установки для плазмового наплавлення з вдуванням порошку в дугу

В Україні на даний час об'єднання підприємств «РЕММАШ» займається розробкою і виготовленням наплавочного обладнання і матеріалів, має багато високоефективних розробок, що дозволяють економити на придбанні десятків і сотень тон деталей, зменшувати прості обладнання, підвищувати продуктивність і отримувати багатомільйонну економію.

До найбільш ефективним установок, можна віднести розроблені ТОВ «НВП РЕММАШ» (м. Дніпро) [16]. Ними була розроблена концепція на модернізацію існуючих наплавочних установок, контра дозволяє вирішувати такі основні завдання:

- базовий вальцетокарний верстат необхідно використовувати тільки для закріплення і обертання наплавлюваних деталей;
- наплавочний автомат повинен бути закріплений і пересуватися на механізмі, що не має жорсткого механічного зв'язку з вальцетокарним верстатом при цьому повинна бути передбачена можливість їх відведення із зони дії вантажопідйомних механізмів при установці і знятті деталей;
- в системі управління процесом наплавлення повинен бути передбачений механізм автоматичного перекладу мундштука наплавочного автомата на крок наплавлення;
- пристрій для збирання і подавання флюсу повинний забезпечувати прибирання використаного флюсу, очищення його від шлакових кірок і надійне подавання в флюсовий бункер наплавочного автомата для повторного використання;
- при розробленні та виготовленні нових агрегатів і вузлів необхідно врахувати можливість подальшої модернізації установки.

Виходячи з даної концепції, була запропонована компоновка агрегатів і вузлів, яка в поєднанні з базовим вальцетокарні верстатом дозволила отримати високотехнологічну установку для наплавлення прокатних валків заготівельних станів (рис. 2.19). Як пристрій для закріплення і переміщення наплавочного автомата А-1406 була використана пересувна поворотна колона з траверсою 1. Візок 6, на якій змонтована колона, пересувається по рейках, встановленим пара-

лельно поздовжньої осі верстата і закріплюються в верстаті прокатних валків. Колону з автоматом можна встановлювати в робоче положення перед наплавленням кожного калібру валка. Це дає можливість виводити наплавочні автомат з робочої зони, що важливо при установці і знятті валка.

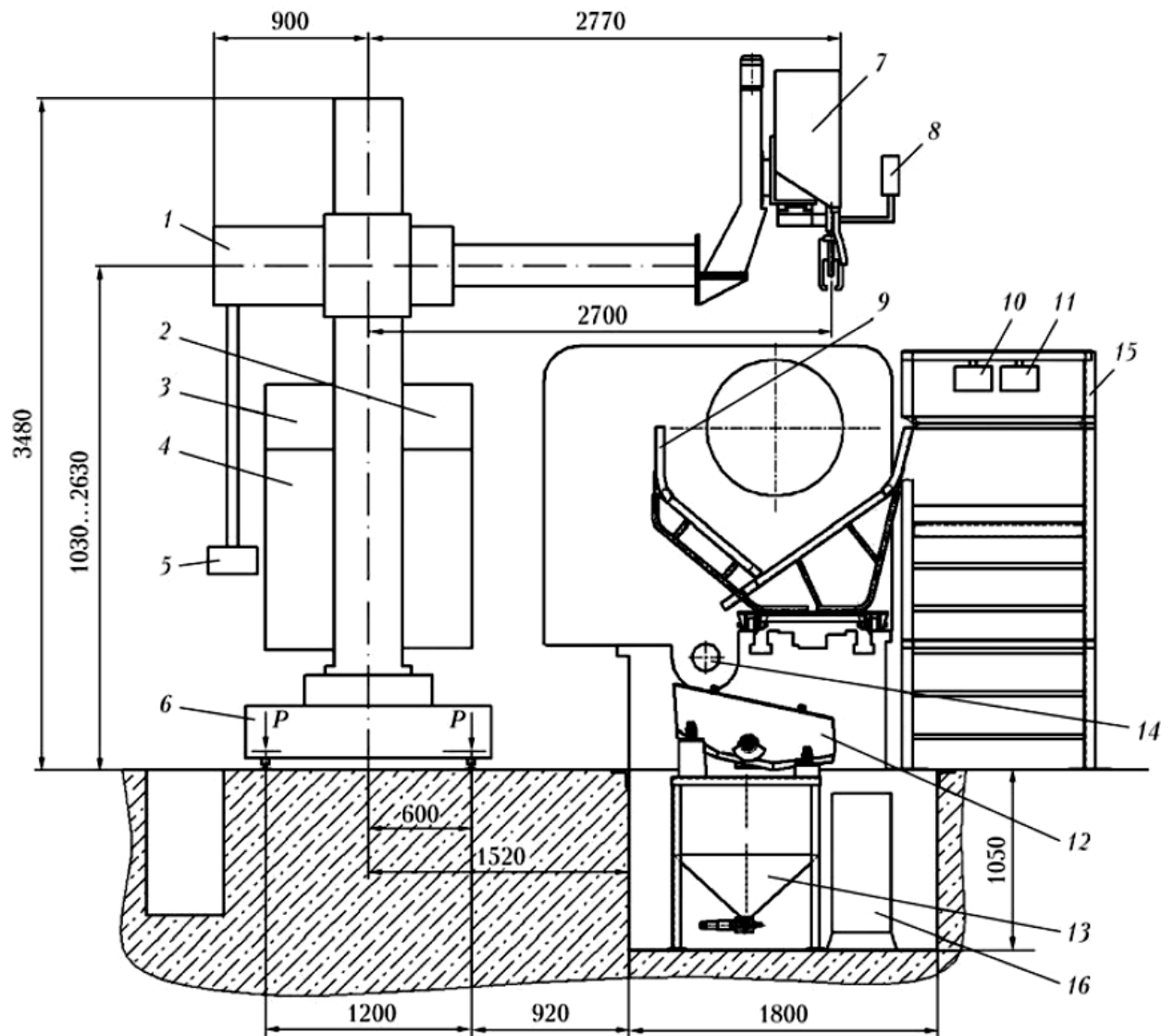


Рисунок 2.19 – Схема установки для наплавлення прокатних валків заготівельних станів

Функцію переміщення робочого уздовж осі наплавлюваного валка на крок наплавлення передали модернізованому наплавочному автоматі 7 моделі А-1406, для чого вдосконалили електричну схему автомата. У наплавочного автомата також замінили флюсоапаратуру. В якості джерела живлення 4 дуги використовували зварювальний випрямляч КВУ-1201.

До складу флюсоапаратури входять: візок 9, який пересувається по напрямних станини верстата в зону наплавлення (для збору суміші використаного флюсу зі шлаком); шнековий конвеєр 14; вібросито 12; бункер-накопичувач просіяного флюсу 13; ежектор, який забезпечує подачу флюсу з допомогою стиснутого повітря під флюсовий бункер наплавочного автомата; ємність для збору шлаку 16.

Перед початком наплавлення візок 9 встановлюють під наплавлюваний валком. У процесі наплавлення використана суміш флюсу і шлаку зсипається в візок, звідки надходить в прийомні вікна шнекового конвеєра. Конвеєр подає суміш шлаку і флюсу на вібросито, яке розділяє суміш на шлак, зсипали в ємність для збору шлаку і просіяний флюс, що потрапляє в бункер-накопичувач. З бункера флюс за допомогою ежектора подається під флюсовий бункер автомата А-1406 для повторного використання.

До складу установки також входить механізм пересування задньої бабки верстата, що слугує другою опорою для наплавлюваного валка. Механізм, що складається з приводної лебідки і набору блоків, дозволяє пересувати задню бабку при встановленні в верстат валків різної довжини.

Роботою установки керують з декількох пультів, використовуючи шафи управління 2, 3. Основний пульт керування 8 закріплений на наплавочному автоматі. З його допомогою проводиться оперативне управління трьома основними агрегатами установки: пересувною поворотною колоною, вальцетокарним верстатом і наплавочних автоматом. Функції допоміжного управління установкою, які не потребують оперативного втручання, з метою розвантаження основного пульта були винесені ще на два пульта 10 і 11, розташовані на перилах робочого майданчика наплавщика 15. З пульта 10 керують віброситом, шнековим конвеєром і налагоджувальням обертанням наплавлюваного валка. З пульта 11 включають і регулюють подачу стисненого повітря в ежектор пристрою подавання флюсу. Додатковий пульт 5, розташований в районі майданчика з шафами управління, призначений для управління поворотною колоною в процесі підготовчих і ремонтних операцій.

Підприємством ТОВ «НВП РЕММАШ» для ВАТ «Євраз-ДМЗ ім. Петровського» на базі токарного верстата моделі DXW1000/3x5000PK-1 була створена установка РМ-12 (рис. 2.20) для наплавлення валків заготівельних і сортових станів гарячої прокатки. Привод верстата був модернізований і забезпечував обертання валка з наплавочною швидкістю. Супорт верстата був виведений з робочої зони, використаної для наплавлення. Крім токарного верстата 1 до складу наплавочної установки увійшли такі агрегати, як зварювальний автомат 5 моделі А-1416УХЛ4 в комплекті зі зварювальним випрямлячем КВУ-1201. Установка укомплектована виносним пультом управління, в якому продубльовано базові елементи стаціонарного пульта керування. Це дозволяє управляти процесом наплавлення (контролювати його) з робочої платформи наплавщика 7; бункером для флюсу об'ємом 250 дм<sup>3</sup>; стійкою 8 для розміщення бухти дроту масою до 1 т; самохідним візком 4 для розміщення та пересування зварювального автомата, що базується на рамі 3.

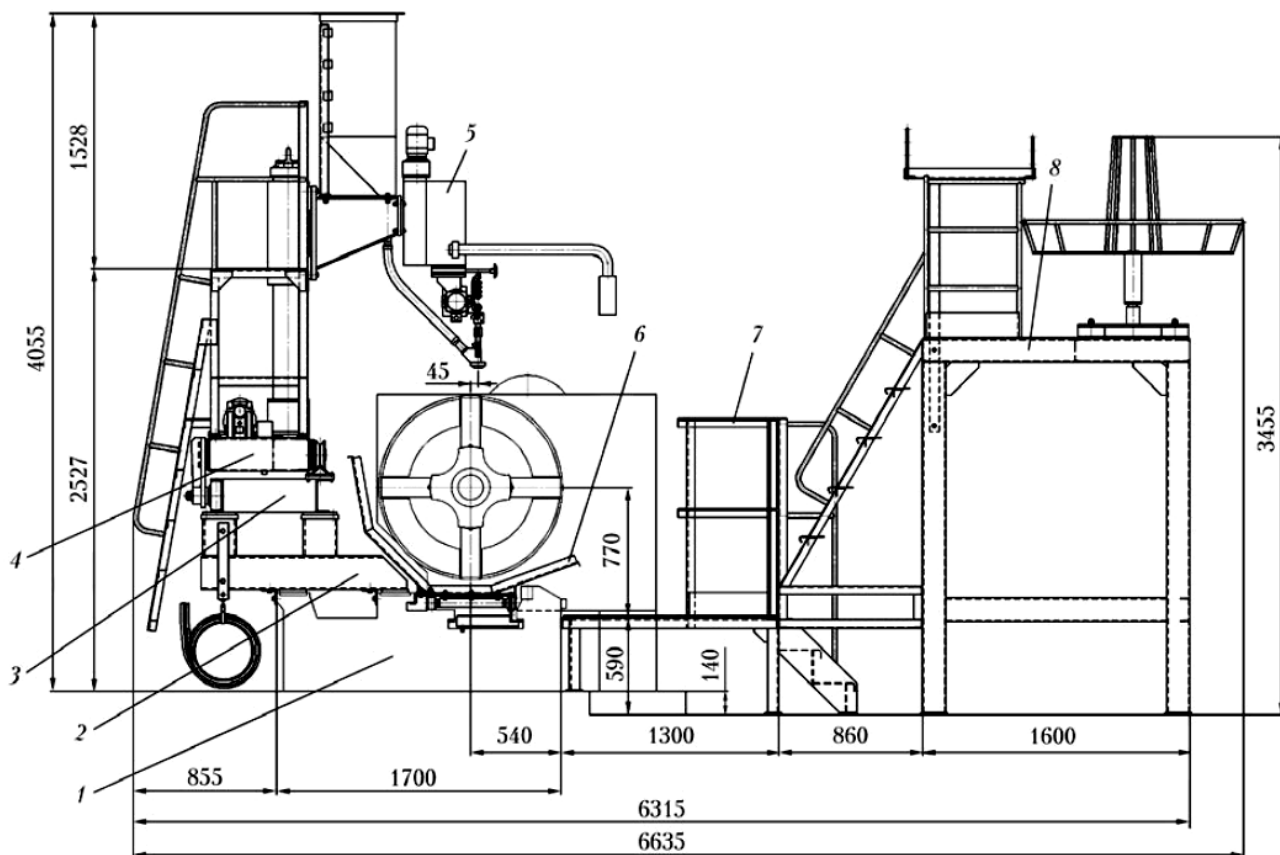


Рисунок 2.20 – Схема установки установка РМ-12 для наплавлення прокатних валків заготівельних і сортових станів гарячої прокатки



Для забезпечення необхідної робочої швидкості переміщення візка використовують програмований контролер, котрий дозволяє вибрати необхідну швидкість в межах 1...30 мм/хв.

Пристрій для збору флюсу і шлаку 6, що складається з візка і корита, встановлюють під наплавлюваним валком і переміщують вздовж осі верстата 1.

Традиційно для відновлення поверхні роликів МБЛЗ на підприємствах застосовуються суцільні і порошкові дроти 12×13, 20×17 в поєднанні з флюсами АН-20С і АН26П [17], що забезпечують хромистий наплавлений метал з феритно-мартенситною структурою. Таке наплавлення, в результаті збільшення міцності поверхневого шару подовжується термін їх служби, скорочується час і кількість ремонтних простоїв і тим самим підвищується продуктивність і зменшуються витрати на ремонти.

## **2.5 Пропозиції щодо заходів проекту**

Ролики МБЛЗ з дефектами, ремонтують заміною комплектуючих і деталей, що входять в складання. Передача роликів і повернення з ремонту відбуваються як в складеному вигляді, так і окремо по комплектуючих і деталях, що входять в складання.

Після відправлення ролика в ремонт відбувається його розбирання і оцінювання складових на предмет їх подальшої працездатності. Залежно від стану певного елемента відбувається ремонт або відновлення. У разі необхідності та для гарантованого забезпечення працездатності ролика комплектуючі (підшипники, манжети, кільця і т.п.) піддаються заміні.

Продуктивність і ефективність застосування МБЛЗ визначаються, в першу чергу, стійкістю їх вузлів та деталей, зокрема роликів проводок, кількостю і складністю ремонтів.

Для відновлення наплавлення роликів МБЛЗ на металургійному підприємстві не виконують, а відправляють партіями на спеціалізоване ремонтне підприємство. Враховуючи, існування на металургійному підприємстві в ремонт-

них цехах всього необхідного обладнання, пропоную застосувати процес відновлення наплавлення роликів МБЛЗ на базі вальцетокарного верстату з використанням модернізованого (див. рис. 2.19) наплавочного автомата А-1406.

Це дозволить:

- зменшити витрати на відновлювання роликів тягнуче-правильної кліті;
- застосовувати процес наплавлення для інших деталей машин металургійного підприємства, котрі будуть цього потребувати і мати відповідні розміри та геометрію;
- залишити відповідний вальцетокарний станок в стані, придатному для виконання ним відповідних функцій, за умови термінової потреби.

## 2.6 Розрахунки механізмів тягнуче-правильної машини

### 2.6.1 Розрахунок потужності приводу

Для розрахунку потужності приводу кліті ТПМ використовуємо розрахунок потужності електроприводів роликів секцій прямолінійної ділянки приводної проводки [1].

Електроприводи повинні забезпечити переміщення частини зливка в межах секцій, правку зливка на ролик першої секції і рух вільного кінця зливка по приймальному рольгангу. Сумарні моменти від сил опору обертанню верхніх і нижніх роликів можуть бути визначені по формулах

$$M_B = (\sum P + \sum G_B)(f + \mu d / 2); \quad (1)$$

$$M_H = (\sum P + \sum G_B + G_C)f + (\sum P + \sum G_B + G_C + \sum G_H)\mu d / 2, \quad (2)$$

де  $\sum P$  – сумарна сила притиснення верхніх роликів, створювана дією гідроциліндрів,  $\sum P = 2P = 2 \times 210 \cdot 10^3 = 420$  кН;

$\sum G_B$  – сумарна вага верхніх роликів, ;

$f$  – коефіцієнт тертя кочення зливка по роликах,  $f = 0,003$ ;

$\mu$  – коефіцієнт тертя в опорах роликів,  $\mu = 0,08$ ;

$d$  – діаметр цапфи ролика,  $d = 120$  мм;

$G_C$  – вага частини зливка в межах прямолінійної ділянки роликової проводки,  $G_C = 4067$  Н;

$\sum G_H$  – сумарна вага нижніх роликів  $\sum G_H = 3G_H = 3 \times 2068 = 6204$  Н.

$$M_B = (420000 + 4136) \cdot (0,003 + 0,08 \times 0,12 / 2) = 3308 \text{ Нм}; \quad (3)$$

$$M_H = (420000 + 4136 + 4067) \times 0,003 + (420000 + 4136 + 4067 + 6204) \times 0,08 \times 0,12 / 2 = 3370 \text{ Нм} \quad (4)$$

Момент пластичного вигину за правки зливка на ролику

$$M_{ПВ} = \sigma_\tau W_{II}, \quad (5)$$

де  $\sigma_\tau$  – межа текучості металу, залежна від температури, для Ст.3 при температурі  $900^\circ\text{C}$   $\sigma_\tau = 20$  МПа;

$W_{II}$  – пластичний момент опору перетину.

Для зливка квадратного перетину

$$W_{II} = \frac{h^3}{6}, \quad (6)$$

де  $h$  – ширина і висота заготовки,  $h = 150$  мм

$$W_{II} = \frac{0,15^3}{6} = 5,625 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3; \quad (7)$$

$$M_{ПВ} = 20 \cdot 10^6 \times 5,625 \cdot 10^{-4} = 11250 \text{ Нм}. \quad (8)$$

Зусилля на ролик при пластичному вигині

$$P_{II} = \frac{M_{IIВ}}{t}, \quad (9)$$

де  $t$  – крок роликів,  $t = 1$  м

$$P_{II} = \frac{11250}{1} = 11250 \text{ Н.} \quad (10)$$

Додатковий обертальний момент від сил опору обертанню ролика за прями зливка

$$M_{II} = P_{II} \left( f + \frac{\mu d}{2} \right), \quad (11)$$

$$M_{II} = 11250 \left( 0,003 + \frac{0,08 \times 0,12}{2} \right) = 87,75 \text{ Нм.} \quad (12)$$

При виході з останньої секції зливок силами тертя обертає роликів рольганга. Додаткова сила опору від руху вільної частини зливка по роликах рольганга

$$W_1 = G'_c \frac{\mu_p d_p + 2f}{D_p}, \quad (13)$$

де  $G'_c$  – вага частини зливка, що доводиться на рольганг,  $G'_c = 14308$  Н;

$\mu_p$  – коефіцієнт тертя в опорах роликів рольганга,  $\mu_p = 0,075$ ;

$d_p$  – діаметр цапфи ролика,  $d_p = 150$  мм;

$D_p$  – діаметр бочки ролика,  $D_p = 400$  мм;

$f$  – коефіцієнт тертя кочення зливка по роликах рольганга,  $f = 0,0025$ .

$$W_1 = 14308 \frac{0,075 \times 0,15 + 2 \times 0,0025}{0,4} = 617,3 \text{ Н.} \quad (14)$$

Додатковий обертальний момент від сил опору на приводних роликах, що виникає внаслідок пересування вільної частини зливка по рольгангу:

$$M_1 = \frac{W_1 \times D}{2}, \quad (15)$$

де  $D$  – діаметр приводного ролика,  $D = 350$  мм

$$M_1 = \frac{617,3 \times 0,350}{2} = 108 \text{ Нм.} \quad (16)$$

Сумарний обертальний момент на приводних роликах горизонтальної ділянки проводки

$$M_{\Sigma} = M_B + M_H + M_{II} + M_1; \quad (17)$$

$$M_{\Sigma} = 3308 + 3370 + 87,75 + 108 = 6874 \text{ Нм.} \quad (18)$$

Статична потужність електродвигуна роликової секції

$$N_{cm} = \frac{M_{\Sigma} n_p}{975 \eta m}, \quad (19)$$

де  $n_p$  – частота обертання роликів,  $n_p = 2,3 \text{ хв}^{-1}$ ;

$\eta$  – ККД планетарно-черв'ячного редуктора,  $\eta = 0,88$ ;

$m$  – число електроприводів на горизонтальній ділянці роликової проводки,

$m = 3$ .

$$N_{cm} = \frac{6874 \times 2,3}{975 \times 0,88 \times 3} = 6,14 \text{ кВт.} \quad (20)$$

Прийнятий електродвигун згідно технічної характеристики 1PH4 103-4NF26, паспортною потужністю 7,5 кВт, з номінальною частотою обертання 1500  $\text{мін}^{-1}$ , кутовою швидкістю 157.1  $\text{с}^{-1}$ , водоохолоджуваний, ПВ=100% підходить по потужності.

### 2.6.2 Розрахунок приводного хвостовика ролика

Розрахунок проведемо по напруженнях на кручення [18].

Обертальні моменти:

– на приводному валу редуктора

$$T_1 = \frac{N_{cm}}{\omega_{\partial\partial}}, \quad (21)$$

де  $\omega_{\partial\partial}$  – кутова швидкість,  $\omega_{\partial\partial} = 157,1 \text{ с}^{-1}$ ;

$$T_1 = \frac{7500}{157,1} = 47,7 \text{ Нм}. \quad (22)$$

Оскільки приводний хвостовик ролика є ведомим валом редуктора, обертальний момент знаходимо по формулі

$$T_2 = T_1 \times u_p, \quad (23)$$

де  $u_p$  – передавальне число редуктора,  $u_p = 317,7$

$$T_2 = 47,7 \times 317,7 = 15154,3 \text{ Нм}. \quad (24)$$

Діаметр приводного хвостовика ролика

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{16T_2}{\pi[\tau_k]}}, \quad (25)$$

де  $[\tau_k]$  – напруга на кручення, що допускається для сталі 45  $[\tau_k] = 40$  МПа.

$$d_g = \sqrt[3]{\frac{16 \times 15154,3 \cdot 10^3}{3,14 \times 40}} = 104,7. \quad (26)$$

Приймаємо найближче більше значення із стандартного ряду:  $d_g = 105$  мм. Діаметр валу під підшипник приймаємо  $d_g = 120$  мм.

Відповідно навантаженням, попередньо призначимо підшипник роликовий сферичний № 3524 як самий відповідний.

### 2.6.3 Перевірка міцності шпонкового з'єднання

Перевірку міцності шпонкового з'єднання проведемо по напруженням зминання та умову міцності по [18].

Шпонка призматична з округленими торцями.

Розміри шпонки:

$$b = 28 \text{ мм}; h = 16 \text{ мм}; l = 250 \text{ мм}.$$

Матеріал шпонки – сталь 45 нормалізована ГОСТ 1050–94.

Напруга зминання та умови міцності

$$\sigma_{\max} = \frac{2T}{d(h-t_1)(l-b)} \leq [\sigma_{зм}], \quad (27)$$

де  $d$  – діаметр валу в місці шпонкового паза  $d = 105$  мм;

$t_1$  – глибина шпонкового паза  $t_1 = 10$  мм.

Напруга на зминання, що допускається  $[\sigma_{зм}] = 120$  МПа.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \times 15154,3 \cdot 10^3}{105 \times (16 - 10) \times (250 - 28)} = 118,1 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}]. \quad (28)$$

Умову міцності виконано  $\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}]$ .

### 2.6.4 Розрахунок приводного ролика на витривалість

Розрахунок полягає у визначенні коефіцієнтів запасу міцності  $S$  для небезпечних перетинів і порівнянні їх з необхідними значеннями, що допускаються  $[S]$  [9]. Міцність дотримана коли  $S \geq [S]$ , де  $[S] = 2,3$ .

За сумісної дії вигину і кручення загальний запас міцності визначаємо по формулі

$$S = \frac{S_\sigma S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} \quad (29)$$

де  $S_\sigma$  і  $S_\tau$  – частинні коефіцієнти запасу міцності по нормальних напруженнях при вигині та дотичних напруженнях при крученні.

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_a + \psi_\sigma \sigma_m} \quad (30)$$

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_a + \psi_\tau \tau_m} \quad (31)$$

де  $\sigma_{-1}$  і  $\tau_{-1}$  – межі витривалості відповідно при вигині та при крученні з симетричним циклом зміни напружень, величини  $\sigma_{-1}$  і  $\tau_{-1}$  визначаються із співвідношень

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \cdot \sigma_B \quad (32)$$

$$\tau_{-1} \approx 0,58 \times \sigma_{-1} \quad (33)$$

$\sigma_a$  і  $\tau_a$  – амплітуди циклу напруження при вигині та крученні;

$\sigma_m$  і  $\tau_m$  – середня напруга циклу при вигині та крученні;



$\varepsilon_\sigma$  і  $\varepsilon_\tau$  – масштабні чинники при вигині та крученні, що враховують вплив розмірів перетину;

$k_\sigma$  і  $k_\tau$  – ефективні коефіцієнти концентрації напруження при вигині та крученні.

Матеріал валу сталь 45 з термічною обробкою нормалізація та поліпшення. Межа міцності  $\sigma_B = 730$  МПа.

Межа витривалості по нормальних напруженнях по (32)

$$\sigma_{-1} = 0,45 \times 730 = 328,5 \text{ МПа.} \quad (34)$$

Межа витривалості по дотичних напруженнях по (33)

$$\tau_{-1} = 0,58 \times 328,5 = 190,53 \text{ МПа.} \quad (35)$$

Перетин А–А (рис. 2.21). Концентрація напруги обумовлена наявністю шпонкової канавки, коефіцієнти  $k_\sigma \approx 1,93$  і  $k_\tau = 1,76$  (табл.68 [19]); масштабні чинники  $\varepsilon_\sigma \approx 0,69$  і  $\varepsilon_\tau = 0,59$  (табл.64 [19]); коефіцієнти  $\psi_\sigma = 0,2$  і  $\psi_\tau = 0,1$  (стор. 424 [19]).

Амплітуда  $\sigma_a$

$$\sigma_a = \frac{M_{A-A}}{W_{\text{нетто}}}, \quad (36)$$

де  $M_{A-A}$  – згинальний момент від консольного навантаження

$$M_{A-A} = \frac{\ell_k \times 2,5 \sqrt{T_2}}{2}, \quad (37)$$

де  $\ell_k$  – довжина консольної ділянки,  $\ell_k = 400$  мм;

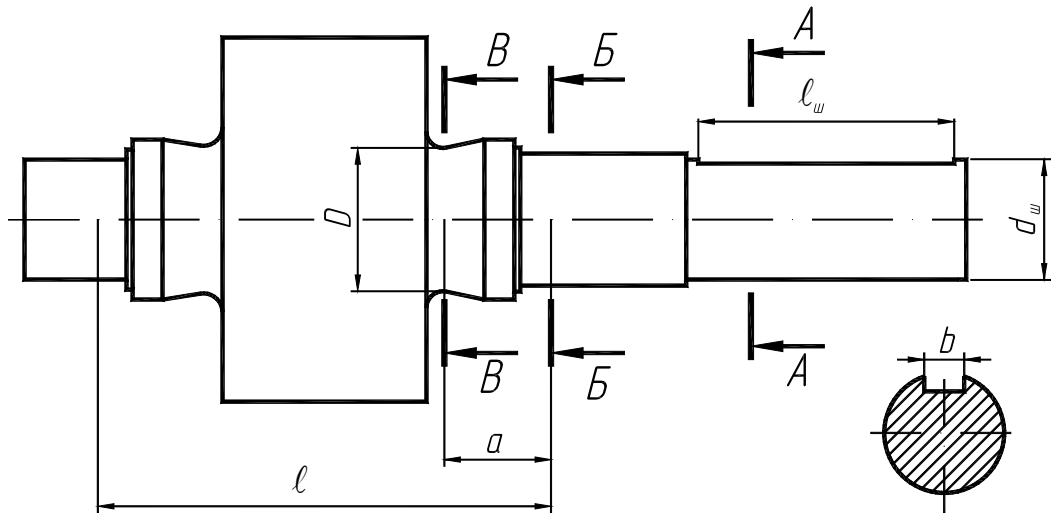


Рисунок 2.21 – Схема до розрахунку небезпечних перетинів

$$M_{A-A} = \frac{400 \times 2,5 \sqrt{15154,3 \cdot 10^3}}{2} = 1600 \text{ Нм}, \quad (38)$$

$W_{\text{нетто}}$  – момент опору вигину

$$W_{\text{нетто}} = \frac{\pi d_{\text{ш}}^3}{32} - \frac{b_{\text{ш}} t_1 (d_{\text{ш}} - t_1)^2}{2 d_{\text{ш}}} \quad (39)$$

$$W_{\text{нетто}} = \frac{3,14 \times 105^3}{32} - \frac{28 \times 10 (105 - 10)^2}{2 \times 105} = 101,6 \cdot 10^3 \text{ мм}^3 \quad (40)$$

$$\sigma_a = \frac{1,6 \cdot 10^6}{101,6 \cdot 10^3} \approx 15,7 \text{ МПа}. \quad (41)$$

Середня напруга  $\sigma_m = 0$ , оскільки осьове навантаження відсутнє.

Амплітуда  $\tau_a$  і середня напруга  $\tau_m$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{\text{max}}}{2} = \frac{T_2}{2 W_{\text{к.нетто}}}, \quad (42)$$

де  $W_{\text{к.нетто}}$  – момент опору на кручення.

$$W_{к.нетто} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d}; \quad (43)$$

$$W_{к.нетто} = \frac{3,14 \times 105^3}{16} - \frac{28 \times 10 \times (105 - 10)^2}{2 \times 105} = 2,48 \cdot 10^5 \text{ мм}^3; \quad (44)$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{15154,3 \cdot 10^3}{2 \times 2,48 \cdot 10^5} = 24,2 \text{ МПа}; \quad (45)$$

Частинний коефіцієнт запасу міцності по нормальних напруженнях при вигині (30)

$$S_\sigma = \frac{328,5}{2,4 \frac{1,93}{0,69} \times 15,7} \approx 18. \quad (46)$$

Частинний коефіцієнт запасу міцності по дотичних напруженнях при крученні (31)

$$S_\tau = \frac{190,53}{2,4 \frac{1,76}{0,59} \times 24,2 + 0,1 \times 24,2} = 5,9. \quad (47)$$

Повний коефіцієнт запасу міцності для перетину А–А.

$$S = \frac{18 \times 5,9}{\sqrt{18^2 + 5,9^2}} = 5,6. \quad (48)$$

Умова  $S \geq [S]$  виконується.

Перетин Б–Б. Концентрація напружень цього перетину обумовлена посадкою підшипника з гарантованим натягом та внутрішнім отвором;

$$\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} = 3,03 \text{ і } \frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \approx 1 + 0,6 \left( \frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} - 1 \right) \text{ (табл.71 [19]);} \quad (49)$$

$$\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} = 1 + 0,6(3,03 - 1) \approx 2,22; \quad \psi_{\sigma} = 0,2 \text{ і } \psi_{\tau} = 0,1. \quad (50)$$

Амплітуда напруги  $\sigma_a$

$$\sigma_a = \frac{M_{B-B}}{W}, \quad (51)$$

де  $M_{B-B}$  – згинальний момент;

$$M_{B-B} = F_B \times \ell, \quad (52)$$

де  $F_B$  – навантаження на вал від приводу,  $F_B = 4871$  Н

$\ell$  – довжина ділянки до перетину Б–Б,  $\ell = 400$  мм

$$M_{B-B} = 4871 \times 400 \approx 1948 \text{ Нм}, \quad (53)$$

$W$  – момент опору перетину

$$W = \frac{\pi(D_{B-B}^4 - d^4)}{32D_{B-B}}, \quad (54)$$

де  $D_{B-B}$  – діаметр валу в місці перетину,  $D_{B-B} = 120$  мм;

$d$  – діаметр внутрішнього отвору в місці перетину,  $d = 45$  мм;

$$W = \frac{3,14 \times (120^4 - 45^4)}{32 \times 120} = 1,66 \cdot 10^5 \text{ мм}^3; \quad (55)$$

$$\sigma_a = \frac{1948 \cdot 10^3}{1,66 \cdot 10^5} = 11,72 \text{ МПа}. \quad (56)$$

Амплітуда  $\tau_a$  та середня напруга  $\tau_m$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T_2}{2W_p}, \quad (57)$$

де  $W_p$  – полярний момент опору перетину

$$W_p = 2 \cdot W = 2 \times 1,66 \cdot 10^5 = 3,324 \cdot 10^5 \text{ мм}^3; \quad (58)$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{15154,3 \cdot 10^3}{2 \times 3,324 \cdot 10^5} = 18 \text{ МПа}. \quad (59)$$

Частинний коефіцієнт запасу міцності по нормальних напруженнях при вигині (1.2)

$$S_\sigma = \frac{328,5}{2,4 \times 3,03 \times 11,72} = 3,9. \quad (60)$$

Частинний коефіцієнт запасу міцності по дотичних напруженнях при крученні (1.3)

$$S_\tau = \frac{190,53}{2,4 \times 2,22 \times 18 + 0,1 \times 18} = 2,4. \quad (61)$$

Повний коефіцієнт запасу міцності для перетину Б – Б.

$$S = \frac{3,8 \times 2,4}{\sqrt{3,8^2 + 2,4^2}} = 2,3. \quad (62)$$

Умова  $S \geq [S]$  виконується.

Перетин В–В. Концентрація напруги обумовлена східчастим переходом з галтеллю та внутрішнім отвором  $k_\sigma = 2,5$  і  $k_\tau = 2,0$  (табл.65 [19]);  $\varepsilon_\sigma = 0,68$  і

$\varepsilon_\tau = 0,58$  (табл.64 [19]); коефіцієнти  $\psi_\sigma = 0,2$  і  $\psi_\tau = 0,1$  (стор.424 [19]);  $\beta = 2,4$  (табл.72 [19]).

Коефіцієнт запасу міцності по нормальних напруженнях при вигині (стор. 166 [20]).

$$S_\sigma = \frac{\beta \varepsilon_\sigma \sigma_{-1}}{k_\sigma \sigma_{\max}}, \quad (63)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{B-B}}{W}, \quad (64)$$

де  $M_{B-B}$  – максимальний згинальний момент в перетині

$$M_{B-B} = \frac{P_{II} ab}{\ell}, \quad (65)$$

де  $a = 76$  мм;  $b = 306$  мм;  $\ell = 400$  мм;

$$M_{B-B} = \frac{11250 \times 76 \times 306}{400} = 654 \text{ Нм}, \quad (66)$$

$W$  – момент опору розглядуваного перетину

$$W = \frac{\pi(D_{B-B}^4 - d^4)}{32D_{B-B}}, \quad (67)$$

де  $D_{B-B}$  – діаметр в місці перетину,  $D_{B-B} = 140$  мм;

$d$  – діаметр внутрішнього отвору в місці перетину,  $d = 45$  мм

$$W = \frac{3,14 \times (140^4 - 45^4)}{32 \times 140} = 2,664 \cdot 10^5 \text{ мм}^3, \quad (68)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{654 \cdot 10^3}{2,664 \cdot 10^5} = 2,5 \text{ МПа}, \quad (69)$$

$$S_{\sigma} = \frac{2,4 \times 0,68 \times 328,5}{2,5 \times 2,5} = 85. \quad (70)$$

Коефіцієнт запасу міцності по дотичних напруженнях при крученні ([20], стор. 166)

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\left( \beta \frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} + \psi_{\tau} \right) \frac{\tau_{\max}}{2}}, \quad (71)$$

$$\tau_{\max} = \frac{T_2}{2W_p}, \quad (72)$$

де  $W_p$  – полярний момент опору

$$W_p = 2W = 2 \times 2,66 \cdot 10^5 = 5,328 \cdot 10^5 \text{ мм}^3; \quad (73)$$

$$\tau_{\max} = \frac{15154,3 \cdot 10^3}{5,328 \cdot 10^5} = 22,5; \quad (74)$$

$$S_{\tau} = \frac{190,53}{\left( 2,4 \frac{2}{0,58} + 0,1 \right) \frac{22,5}{2}} = 2,5. \quad (75)$$

Повний коефіцієнт запасу міцності для перетину В–В.

$$S = \frac{85 \times 2,5}{\sqrt{85^2 + 2,5^2}} = 2,3. \quad (76)$$

Умова  $S \geq [S]$  виконується.

### 2.6.5 Розрахунок бочки ролика

Розрахункова схема визначення вигину в бочці ролика наведено на рисунку 2.22.

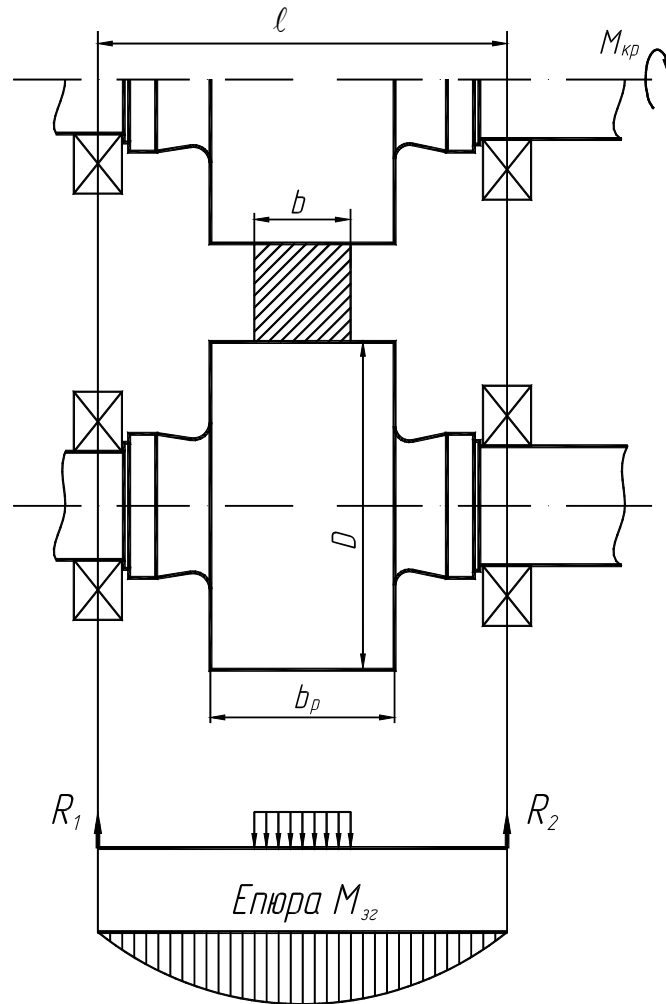


Рисунок 2.22 – Схема до розрахунку напруження вигину в бочці ролика

Напруження вигину в бочці ролика визначається по формулі [1]

$$\sigma_{\delta} = \frac{M_{32}}{W_{\delta}}, \quad (77)$$

де  $M_{32}$  – згинальний момент



$$M_{32} = \frac{P}{2} \times \frac{\ell}{2} - \frac{P}{2} \times \frac{b}{4} = \frac{P}{4} \left( \ell - \frac{b}{2} \right), \quad (78)$$

де  $P$  – максимальне зусилля металу на ролик за правки,  $P = 11250$  Н ;

$\ell$  – відстань між підшипниковими опорами,  $\ell = 400$  мм ;

$b$  – ширина заготовки,  $b = 150$  мм ;

$$M_{32} = \frac{11250}{4} \left( 400 - \frac{150}{2} \right) = 8694 \text{ Нм}, \quad (79)$$

$W_{\delta}$  – момент опору поперечного перетину бочки ролика на вигин

$$W_{\delta} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D}; \quad (80)$$

$$W_{\delta} = \frac{3,14 \times (350^4 - 45^4)}{32 \times 350} = 4,2 \cdot 10^6 \text{ мм}^3; \quad (81)$$

$$\sigma_{\delta} = \frac{8694 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^6} = 2,07 \text{ МПа}. \quad (82)$$

Як видно з розрахунку напруження вигину має досить мале значення порівняно з граничним значенням для сталі 45 ( $[\sigma] = 120$  МПа).

## РОЗДІЛ 3 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

### 3.1 Порядок збирання, монтажу та вивіряння тягнуче- правильної машини

Перед монтажем кліті тягнуче-правильної машини ретельно перевірити правильність зведеного фундаменту [13], тобто положення фундаменту в плані і по висоті, діаметр і розташування фундаментних болтів з прив'язкою їх до подовжніх і поперечних осей, а також їх висотні відмітки, при цьому відхилення не повинні перевищувати:

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

При монтажі установки ТПМ за основні осі прийняти:

- подовжню – прийняту для всього обладнання МБЛЗ, співпадаючу або паралельну з віссю одного із рівчаків;
- поперечну – вісь, що проходить через умовний центр кривизни базового радіусу перпендикулярно напрямку рівчаків.

Допоміжні подовжні осі повинні бути осями рівчаків.

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

Монтаж обладнання установки тягнуче-правильної машини рекомендується вести в такій послідовності:

а) встановити на фундамент основу установки тягнуче-правильної машини, виставити по висотних відмітках щодо подовжніх і поперечної осі, затягну-

ти анкерні болти. Після затягування анкерних болтів відхилення не повинні перевищувати:

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

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

в) встановити і закріпити навколо основи знімні перекриття;

г) виконати в районі основи трубні розводки охолоджуючої води, гідравліки і мастила згідно кресленням трубних розводок по МБЛЗ;

д) ретельно очистити верхні оброблені майданчики основи і штирі від пилу і бруду, переконатися, що штуцери для підведення і відведення охолоджуючої води вільно переміщуються в своїх гніздах, після чого встановити на основу кліті, дотримуючи, щоб номер кліті співпадав з номером рівчака МБЛЗ. Установку клітей доцільно проводити, починаючи з першої або шостої, по черзі встановлюючи їх в порядку нумерації;

е) після монтажу і промивки трубних розводок гідравліки і мастила по МБЛЗ з'єднати швидкороз'ємні з'єднання на підводах до клітей трубопроводів гідравліки і мастила;

ж) встановити між клітьми в місцях підключення трубопроводів гідравліки і мастила знімні захисні штори;

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

### **3.2 Експлуатація**

Експлуатаційними службами цеху [13] на кожен кліть установки ТПМ заведений спеціальний журнал, в якому відображуються всі випадки відмови або виходу з ладу механізмів і систем з вказівкою причин і часу простоїв, а також переліком вжитих заходів по їх усуненню. Також реєструються всі випадки заміни деталей (з вказівкою причин заміни), заміни мастила, результати технічних оглядів і ремонтів. З метою ідентифікації кожній кліть установки ТПМ приналежно порядковий номер, закріплений на корпусі, незмінний на весь термін експлуатації МБЛЗ.

Щозмінний технічний огляд полягає в загальному оцінюванні стану механізмів та їх придатності для подальшої роботи, а також аналізі та з'ясуванні причин виникнення зауважень технологічного персоналу в процесі роботи обладнання.

Щоквартальна перевірка та очищення механізмів полягає в наступному:

- ретельно прослухати роботу редукторів та підшипників роликів на різних швидкостях, впевнитись в відсутності нехарактерних шумів;
- відключити електроживлення, систему гідравліки, змащування та охолодження установки ТПМ, перекрити трубопроводи;
- зняти кожухи, які запобігають попаданню метала з розливого майданчика;

- зняти кожухи, які перекривають міжклітьові проміжки від прямого теплового опромінення заготовок з боку рольгангів;
- зняти жолоби для окалини, розташовані між клітьми ТПМ і рольгангами;
- зняти кліті з основи, попередньо від'єднавши всі комунікації, отвори комунікацій обов'язково закрити тимчасовими пробками, для запобігання попадання в них сторонніх предметів та бруду;
- очистити механізми від забруднень, пилу, окалини;
- виконати обтягування всіх болтових з'єднань;
- перевірити стан манжетних ущільнень в подушках роликів та на валах редукторів.

Після кожного розливання, але не менше одного разу в зміну, проводять зовнішній огляд механізмів установки ТПМ, звертаючи особливу увагу на таке:

- відсутність протікання охолоджуючої води в місцях з'єднання трубопроводів і гнучких підведень з механізмами;
- відсутність протікання масла по штоках гідроциліндрів і в місцях з'єднань трубопроводів і гнучких підведень;
- відсутність протікання мастила через роз'єми і фланцеві кришки редукторів приводів роликів і в місцях з'єднання трубопроводів, підведення мастила до підшипників роликів;
- стан бочок роликів (ролики з наявністю дефектів на бочці у вигляді розкришування наплавленого шару повинні бути замінені);
- стан захисних шторок, що прикривають підводи трубопроводів гідравліки і мастила до клітей установки ТПМ (дія прямого теплового випромінювання від заготовки на місця підведення трубопроводів не допускається);
- рівень масла в редукторах приводів роликів контролюють по маслопокажчикам;

- відсутність попадання води в масляні ванни редукторів через течу холодильників (при попаданні води в масляну ванну підвищується рівень масла, а на витягнутому стрижні маслопоказчика спостерігається наявність крапель води).

### **3.3 Особливості технічного обслуговування**

Не рідше одного разу в три місяця проводять очищення обладнання від бруду, пилу, окалини, а також проводять перевірку зусилля затягування болтових з'єднань, стан ущільнень манжетів валів редуктора і роликів, осьового люфту підшипників черв'яка і черв'ячного колеса в редукторах приводу. Прочищають отвори у віддушинах на кришках редукторів і візуально перевіряють стан черв'ячного зачеплення.

Кожні 6 місяців проводять ревізію механізмів установки ТПМ. Для проведення ревізії обладнують спеціальний майданчик з місцями установки клітей. Місце установки кліті повинне бути розташовано в зоні дії вантажопідйомних засобів із забезпеченням вільного проходу навколо кліті шириною не менше 1 м, також забезпеченням можливості кріплення кліті.

Ревізію механізмів рекомендується проводити в такій послідовності:

- перекрити трубопроводи, що підводять до клітей установки ТПМ охолоджуючу воду, гідравліку і мастило;
- зняти захисні шторки між клітями, перевірити їх стан, при необхідності відремонтувати або замінити;
- роз'єднати підводи гідравліки, мастила і електрокабельні розводки між основою і клітями;
- зняти болти що кріплять кліті до основи, по черзі зняти кліті з основи, встановити на майданчику, підготовленому для проведення ревізії, і надійно закріпити.

Отвори в роз'ємних з'єднаннях підведення і відведення води після зняття кліті закрити тимчасовими пробками (як на основі, так і в знятій кліті), головки з'єднань на основі прикрити тимчасовими захисними ковпачками.

Кожну кліть розібрати в наступній послідовності:

- демонтувати розводки трубопроводів охолодження, гідравліки, мастила і електрокабелів;
- демонтувати приводи роликів;
- демонтувати верхні ролики (встановлені на важелях);
- зняти гідроциліндри роликів;
- зняти важелі;
- зняти верхню стійку;
- зняти кожух водоохолоджуваний;
- злити мастило з ванн редукторів приводів, зняти електродвигуни і розібрати редуктори.

Перевірити стан підшипників і зачіплень, заміряти знос зубів черв'ячного колеса по зміні товщини зубів. За товщини зуба при вершині менш 4 мм черв'ячне колесо підлягає обов'язковій заміні.

Промити і продути стислим повітрям трубки холодильника охолодження масла у ванні редуктора.

Перевірити стан манжет ущільнень у фланцевих кришках і стан кілець ущільнювачів.

Перевірити і відрегулювати осьові люфти в підшипниках черв'яка і черв'ячного колеса.

Зібрати редуктори, встановити електродвигуни, залити свіже масло, підготувати приводи до установки на кліть.

Перевірити стан поверхонь бочок роликів і величину їх зносу. При виявленні тріщин або розкришивання наплавленого термотривкого шару на поверхнях бочок роликів, ролики необхідно замінити. Для визначення величини зносу прикласти до твірної бочки ролика перевірочну лінійку і перевірити щупом зазор між лінійкою і бочкою ролика. Провертаючи ролик, виконати виміри в чо-

тирьох – шести місцях. При величині зазору 0,5 мм і вище ролики необхідно перешліфувати або замінити новими. Перешліфовування ролика допускаються до діаметра 344 мм, після чого ролик повинен бути замінений. Величину зносу також можна визначити вимірюванням діаметра ролика в декількох місцях по довжині бочки ролика.

Зняти бічні кришки з корпусів підшипників роликів, перевірити стан підшипників і ущільнень манжетів.

Зняти з важеля ролик механізму відокремлення запалу, вийняти вісь, перевірити стан бронзового наплавлення на осі, при виявленні задирок – зачистити. Промити вісь і внутрішній отвір ролика, закласти нове мастило, зібрати з віссю і встановити на важіль.

Зняти механізм відокремлення запалу, зняти подушки з осі важеля, перевірити стан бронзових втулок, промити, закласти нове мастило і встановити в раму кліті.

Перевірити стан гідроциліндра механізму відокремлення запалу, особливо відсутність задирок на штоку гідроциліндра, промити шарніри і закласти нове мастило.

Перевірити стан гідроциліндрів підйому верхніх роликів, звернувши увагу на відсутність задирок на штоках циліндрів, перевірити стан шарнірів в сержках і стан втулок в подушках, промити і закласти нове мастило.

Перевірити стан шарнірів верхніх важелів і тяги, що фіксують положення приводів, промити шарніри і закласти нове мастило.

Промити порожнини охолодження корпусів підшипників і порожнини внутрішнього охолодження роликів і продути стислим повітрям.

Промити канал охолодження у важелі механізму відокремлення запалу і продути стислим повітрям.

Перевірити стан бічних лінійок. При виявленні зносу або задирок на робочих площах, зачистити поверхні. При пошкодженні наплавлення на глибину більш 3 мм, лінійки замінити. Промити і продути стислим повітрям внутрішні порожнини охолодження.



Промити колектор охолодження і продути стислим повітрям.

Промити і продути стислим повітрям всі елементи розводки трубопроводів.

Перевірити стан водоохолоджуваного кожуха, вивернути спеціально передбачені спускові пробки, промити кожну секцію кожуха і продути стислим повітрям. Спускові пробки встановити на місце.

Очистити внутрішні і зовнішні поверхні рами від бруду, окалини і пилу, зібрати кліть в зворотному порядку, викладеному в попередніх пунктах. Після збирання кліті перевірити затягування всіх болтових з'єднань і з'єднань трубопроводів.

Ревізія електроустаткування і електрокабельних розводок проводиться спеціалізованими службами відповідно до вимог, викладених в технічній документації по електроустаткуванню.

При проведенні ревізії механізмів в обов'язковому порядку закривати тимчасовими пробками всі отвори, через які у внутрішні порожнини механізмів і деталей можуть потрапити сторонні предмети.

Перед установкою клітей на основу, очистити її від забруднень і окалини, перевірити стан кілець ущільнювачів на роз'ємних з'єднаннях підведень і відведень охолоджуючої води, зняти тимчасові пробки, а також перевірити рухливість голівок з'єднань, що самовстановлюються. Перевірити надійність заземлення основи.

По черзі встановити кліті на основу дотримуючи нумерацію клітей, закріпити, підключити підводи живлення гідравліки, мастила і електрокабельні розводки.

Включити системи охолодження і гідравліки, перевірити відсутність витоків в місцях з'єднань. Протікання води або рідини з гідросистеми не допускається, знайдену течу усунути.

Включити систему змащування підшипників роликів, переконатися в надходженні мастила до кожної точки змащування і відсутності витоків в з'єднаннях.

Після установки всіх клітей на основу встановити захисні шторки.

Всі помічені під час ревізії несправності мають бути усунені.

Після проведення оглядів, ревізії, будь-яких дрібних ремонтів або після тривалих зупинок в роботі, перед початком роботи в обов'язковому порядку виконати заходи щодо підготовки до роботи.

Після ревізії або у разі зняття і установки хоча б однієї з клітей, а також не рідше одного разу на 6 місяців перевіряти надійність заземлення установки ТПМ.

При роботі МБЛЗ необхідно постійно спостерігати за роботою механізмів установки ТПМ. При появі нехарактерних шумів або нехарактерного руху заготовки на якому-небудь рівчаку, у стислі терміни з'ясувати можливу причину нехарактерної роботи механізму і, за необхідності, припинити розливання по цьому рівчаку до усунення несправності.

Результати ревізії в обов'язковому порядку заносяться в спеціальні журнали. За наслідками оглядів і ревізій складається обсяг робіт і перелік придбання необхідних запасних частин для чергових планово-запобіжних ремонтів.

Планово–попереджувальні ремонти проводять в терміни, передбачені графіками ремонтів.

При накопиченні досвіду роботи, для оперативного проведення ремонтів методом по-вузлової заміни, необхідно визначити і придбати оптимальну потрібну кількість змінних клітей в зборі і запасних механізмів.

### **3.4 Ремонт роликів**

Вище (див. підрозділ 2.5) зазначалося, що при експлуатації роликів, вони зменшуються в діаметрі внаслідок окислення і механічного зношування, а також на їх поверхні з'являються «тріщини розпалу». Задля відновлення роликів застосовують наплавлення [13], котре передбачає проточку зношених місць для створення чистої (без чорноти) поверхні, їх наплавлення і подальше обточування до робочого об'єму.

### 3.4.1 Обладнання та матеріали

Обточування до і після наплавлення виробляється на токарних верстатах з висотою центрів і міжцентровим, що дозволяють закріпити в них ролик.

Наплавлення зробити на типовій установці наплавлення, призначеній для наплавлення тіл обертання.

Наплавочна головка оснащується газовою апаратурою:

- пальник для наплавлення електродом, що плавиться в захисних газах;
- редуктор-витратомір;
- змішувач;
- газовий клапан;
- газовий балон.

Установку для наплавлення в захисних газах доцільно укомплектувати помпою і піддоном для збору води. Помпою вода подається для охолодження пальника і роликів малих (<200 мм) діаметрів. Зварювальний випрямляч повинен мати жорстку характеристику.

Електропіч для термообробки роликів з температурою нагріву до 400°C і відповідними розмірами робочого простору.

Наплавлення роликів МБЛЗ передбачається виробляти жаростійкими нержавіючими сталями, що забезпечують твердість наплавленого шару  $HRC > 32 \dots 47$ .

Шліфування роликів проводиться на круглошліфувальному верстаті.

### 3.4.2 Наплавлення робочої поверхні роликів

Останній (робочий) шар повинен наплавлятися на поверхню з діаметром менше номінального на  $4,0 \pm 0,2$  мм. При цьому повинен бути забезпечений припуск на обточування  $1,5 + 1,0$  мм на сторону ( $3,0 + 2,0$  мм на діаметр).

Щоб уникнути додаткової проточки під наплавлення, наплавлення шару, що передує (підшар), повинна проводитися «в розмір», тобто забезпечити діаметр поверхні, відповідний проточці.

При наплавленні в суміші 90%Ar+10%CO<sub>2</sub> важливо виконувати наступне:

- витрата суміші 10...15 л/хв;
- зварювальний дріт повинен подаватися безперервно, ніде не зачіплятися, не тертися об гострі кути зі зняттям стружки, в іншому випадку можливі зриви в стабільності дугового процесу;
- не можна допускати сильний знос струмопідвідного наконечника, а зношені - своєчасно замінювати;
- процес перенесення розплавленого металу при токах понад 270А повинен мати струменевий характер, крапельне перенесення свідчить про недостатню величину струму і напруги (для збільшення зварювального струму слід збільшити швидкість подачі наплавленого дроту або напругу на дузі);
- стабільність дугового процесу зі струменевим перенесенням можлива лише при оптимальному вмісті суміші і оптимальному значенні напруги на дузі.

Важливо щоб:

- кінець електродного дроту і струмопідвідний наконечник знаходилися по центру газового сопла. В іншому випадку через неякісний захист зварювальної ванни захисним газом можливе утворення пір. При гарному газовому захисті поверхню спрямівних валиків має жовтий або світло-червоний колір, але не сіро-чорний;
- відстань від зрізу сопла до поверхні наплавленої деталі має становити трохи більше 15...20мм;
- відстань від зрізу сопла до кінця струмопідвідного наконечника має становити близько 5 мм;

- виліт електродного дроту має становити близько 20...25 мм (це відстань від кінця струмопідвідного наконечника до поверхні наплавлюваної деталі).

В результаті при добре налагодженому процесі дуга видає рівне гудіння без «пирханьям» і тріску, а стрілки вольтметра і амперметра мають лише мало-помітні коливання.

### **3.4.3 Відновлення посадок роликів МБЛЗ під сальник і підшипник**

Зношені, а також пошкоджені посадки роликів піддаються відновленню методом наплавлення. Режимми проточки посадок такі ж, як при обточуванні бочки ролика. Наплавлення посадочних місць під підшипники і ущільнення проводиться дротом  $\varnothing 1,4...1,6$  мм в захисному середовищі 90%Ar+10%CO<sub>2</sub>. На сусідній з валиком, наплавляється, для охолодження подається вода з витратою 2...3 л/хв. З метою якісного проплавлення галтелі наплавлення шийки починати з неї.

### **3.4.4 Операції після наплавлення**

Ролики після наплавлення помістити в термостат (електрична піч) з температурою 400°C, де витримати 4 години, дати охолонути разом з піччю до 100°C, потім вийняти.

Допускається охолодження ролика в приміщенні цеху до відпуску, але при цьому бочка ролика повинна бути повністю вкрита азбестовим полотном, а температура в цеху – не нижче 10...15°C без протягів.

Проточку ролика до робочого об'єму здійснювати за 3 проходи: перший – чорновий, другий – напівчистовий, третій – чистовий.

Локальні дефекти (пори, несплавлення) після чорнового обточування проварювати арговою дугою з присадочним дротом, аналогічним наплавле-

ному. Допускаються поодинокі пори діаметром менш 1 мм, не більше 5 шт. на бочку.

Дефекти, що займають значну площу (доріжка з пор) підлягають видаленню проточкою з подальшим наплавленням по цій інструкції.

### 3.5 Змащування

Через 300 годин роботи нового редуктора провести першу заміну заливного мастила. Надалі заміна заливного мастила проводиться через 6 місяців.

Для одночасної заміни мастила в механізмах установки ТПМ через кожні 6 місяців потрібні мастильні матеріали в об'ємах наведених в таблиці 3.1

Витрата мастила ПС-28 для змащування підшипників роликів, періодичність його заміни і поповнення – по технічній характеристиці централізованої системи рідкого змащення МБЛЗ "масло-повітря".

Таблиця 3.1 – Планова потреба мастильних матеріалів на 6 місяців експлуатації ТПМ

№	Назва	Потреба
1	Мастило ПС-28 ГОСТ 12672-77	по характеристиці централізованої системи
2	Мастило Mobil SHC-639	360 літрів
3	Пластичне змащення ГРАФІТОЛ (ТУ 38 УРСР 201172-77) або АЕРОЛ (ТУ 38 УССР201171-79)	4500см <sup>3</sup>

Схема розташування точок змащування показана на рисунку 3.1, а карта змащування в таблиці 3.2.

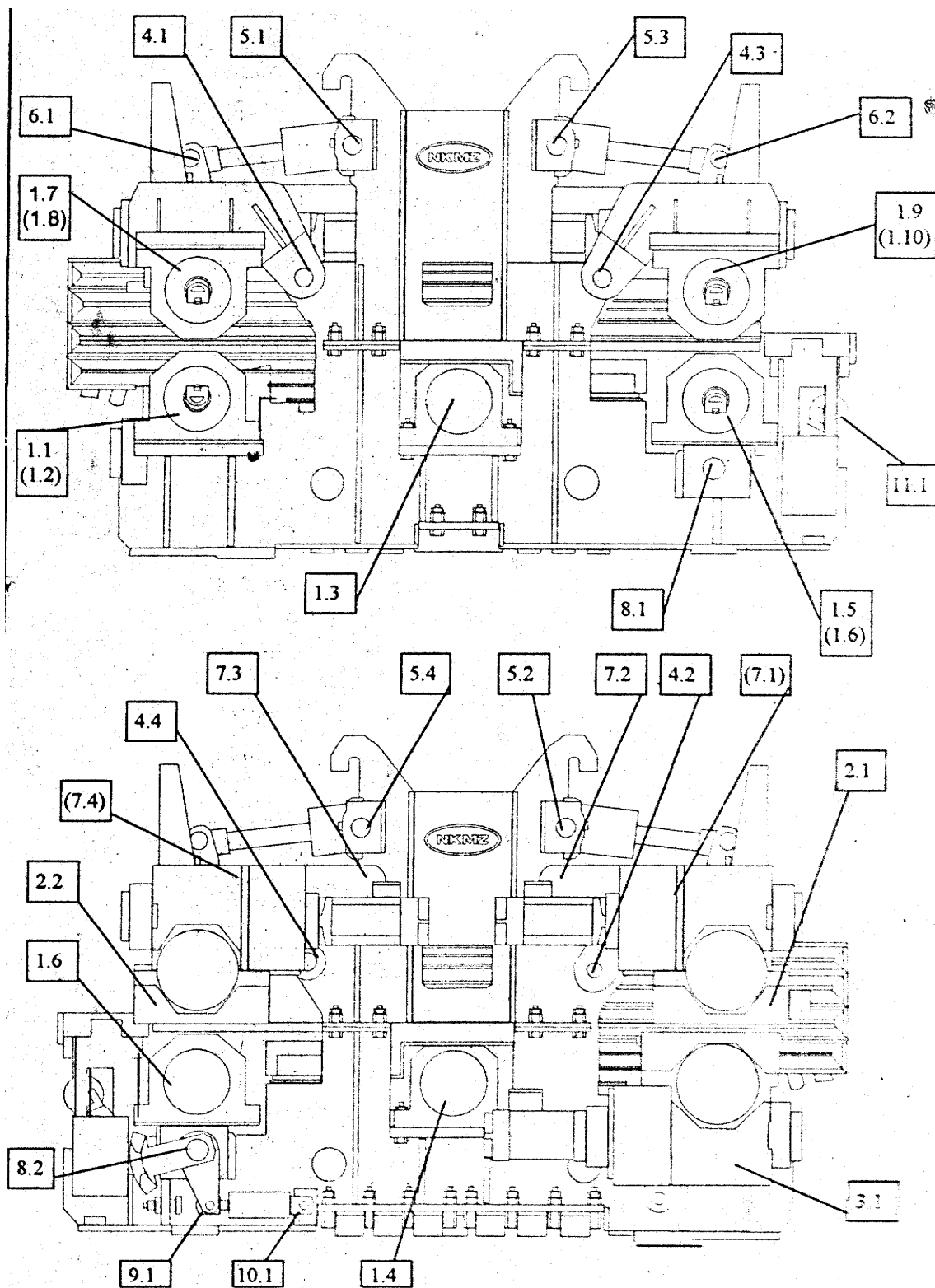


Рисунок 3.1 – Схема розташування точок змащування на кліті ТІМ

Таблиця 3.2 – Карта змащування

Назва точок змащування	Характеристика точок змащування	Кількість точок змащування		Вид системи змащення	Сорт мастила, що рекомендується	Разові витрати мастила		Періодичність заміни
		на одну кліть	загалом			на одну кліть	загалом	
1. Підшипники тягнучих правильних і опорного роликів	Підшипник роликовий сферичний №3524	10 (1.1-1.6 стаціонарні 1.7-1.10 рухомі)	60	Рідка централізована "маслоповітря"	ПС-28 ГОСТ 12672-77	По характеристиці централізованої системи		Постійна подача в процесі роботи
2. Редуктори приводів верхніх роликів	Планетарна передача (сталь-сталь), черв'ячна передача (сталь-бронза). Підшипники: №3617. №1606. №27317. №2007132	2 (2.1-2.2)	12	Рідка заливна	Mobil SHC-639	22x2=44 літри	264 літрів	Перша заміна через 300 годин роботи, далі –кожні 6 місяців



Продовження таблиці 3.2

Назва точок змащування	Характеристика точок змащування	Кількість точок змащування		Вид системи змащення	Сорт мастила, що рекомендується	Разові витрати мастила		Періодичність заміни
3. Редуктор приводу нижнього ролика, що тягне	Планетарна передача (сталь-сталь), черв'ячна передача (сталь-бронза). Підшипники: №3617, №1606, №27317, №2007132	1 (3.1)	6	Рідка заливна	Mobil SHC-639	16 літрів	96 літрів	Перша заміна через 300 годин роботи, далі –каждые 6 місяців
4. Шарніри вазелів підйому верхніх (що тягне і правильного) роликів	Ось-втулкаШ80х60 мм (сталь-бронза)	4 (4.1-4.4)	24	Пластична закладна	Графітол ТУ38 УРСР 201172-77, або Аерол ТУ 38 УРСР 201171-79	30см <sup>3</sup>	720см <sup>3</sup>	Кожні 6 місяців

Продовження таблиці 3.2

Назва точок змащування	Характеристика точок змащування	Кількість точок змащування		Вид системи змащення	Сорт мастила, що рекомендується	Разові витрати мастила		Періодичність заміни
5.Цапфи гідроциліндрів підйому верхніх роликів	Вісь-втулка Ш70x80 мм (сталь-бронза)	4 (5.1-5.4)	24	Пластична закладна	Див. рядок 4	20см <sup>3</sup>	480 см <sup>3</sup>	Кожні 6 місяців
6. СЕРЕЖКИ ГІДРОЦИЛІНДРІВ ПІДЙОМУ ВЕРХНІХ РОЛІКІВ	Підшипник сферичний ШСЛ-60 ТУ 37. 006. 068-82	2 (6.1-6.2)	12	Пластична закладна	Див. рядок 4	200см <sup>3</sup>	2400см <sup>3</sup>	Кожні 6 місяців
7. Шарніри тяги урівноваження редукторів приводів верхніх роликів	Вісь-втулка Ш40x40 мм (сталь-бронза)	4 (7.1-7.4)	24	Пластична закладна	Див. рядок 4	5см <sup>3</sup>	120 см <sup>3</sup>	Кожні 6 місяців

Продовження таблиці 3.2

Назва точок змащування	Характеристика точок змащування	Кількість точок змащування		Вид системи змащення	Сорт мастила, що рекомендується	Разові витрати мастила		Періодичність заміни
8. Цапфи повороту важеля механізму відокремлення запалу	Вал-Втулка Ш100х90 мм (сталь-бронза)	2 (8 1-8.2)	12	Пластична закладна	Див. рядок 4	30см <sup>3</sup>	360 см <sup>3</sup>	Кожні 6 місяців
9. Сережка гідроциліндра механізму відокремлення запалу	Підшипник сферичний ШС-30 ГОСТ 3635-78	1 (9.1)	6	Пластична закладна	Див. рядок 4	25см <sup>3</sup>	150 см <sup>3</sup>	Кожні 6 місяців

Продовження таблиці 3.2

Назва точок змащування	Характеристика точок змащування	Кількість точок змащування		Вид системи змащення	Сорт мастила, що рекомендується	Разові витрати мастила		Періодичність заміни
10.Цапфа гідроциліндра механізму відокремлення запалу	Вісь-втулка Ш40х30 мм (сталь-бронза)	1 (10.1)	6	Пластична закладна	Див. рядок 4	1см <sup>3</sup>	6см <sup>3</sup>	Кожні 6 місяців
11. Вісь ролика механізму відокремлення запалу	Ось-полий ролик Ш100х120 мм (бронза-сталь)	1 (11.1)	6	Пластична закладна	Див. рядок 4	9см <sup>3</sup>	54см <sup>3</sup>	Кожні 6 місяців

## **РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ**

### **4.1 Стислий опис ремонтної бази металургійного підприємства**

До складу ремонтного господарства металургійного підприємства входять як спеціалізовані ремонтні цехи, так і цехові ремонтні майстерні. Задача ремонтного господарства комбінату зводиться до забезпечення безперебійної роботи обладнання за мінімальних матеріальних і трудових витрат.

До складу ремонтного господарства входять:

Спеціалізовані ремонтні цехи, а саме: механічний; металоконструкцій; фасоноливарний; ремонту прокатного обладнання; ремонту металургійного обладнання; ремонту металургійних печей і обладнання; цех ремонту металургійних печей; цех ремонту кранового обладнання.

Цехові ремонтні ділянки обов'язкові в наступних цехах: агломераційний, доменний, конвертерний, сортопрокатний, водопостачання, енергосиловий, газовий, кисневий.

Також до складу ремонтного господарства входять: бюро капітальних ремонтів, лабораторія планово-попереджувальних ремонтів.

### **4.2 Основні техніко-економічні показники та склад обладнання спеціалізованих ремонтних цехів підприємства**

Механічний цех обладнаний:

Металорізальні верстати	127
Підйомно–транспортні машини	16
Преси	2
Молоти	2

Проектна потужність механічного цеху 317300 верстато–годин.

Цех металоконструкцій обладнаний:

Підйомно–транспортні машини	15
Транспортні машини	6
Металорізальні верстати	2
Ножиці	5
Преси	4
Згинальні машини	2
Машини і агрегати газоплазменої обробки	9

Проектна потужність цеху металоконструкцій складає 10000 т конструкцій в рік.

До складу фасноливарного цеху входять два цехи: чавуноливарний і сталеливарний. Проектна потужність чавуноливарного цеху – 9800 т лиття, а сталеливарного цеху – 9640 т на рік.

Цех ремонту прокатного обладнання містить:

Металорізальні верстати	69
Молоти	1
Пили	2
Підйомно–транспортні машини	6

Проектна потужність цеху ремонту прокатного обладнання 185500 верстато–годин.

До складу обладнання цеху ремонту металургійного обладнання входять:

Металорізальні верстати	53
Заточувальні верстати	6
Ковальсько–пресове обладнання	12
Молоти	9
Метизні верстати	6
Шліфувальні верстати	1
Підйомно–транспортні машини	12
Компресори	1
Консольні крани	3

Проектна потужність – 177500 верстато–годин

Цех ремонту металургійних печей і обладнання містить:

Металорізальні верстати	6
Заточувальні верстати	3
Настільний–свердлувальний верстат	1
Підйомно–транспортні машини	1
Електротельфери	2

Цех ремонту металургійних печей в своєму складі має:

Металорізальні верстати	2
Заточувальні верстати	2
Підйомно–транспортні машини	12

Цех ремонту кранового обладнання в своєму складі має:

Металорізальні верстати	2
Автокрани	4
Лебідки	15
Домкрати	4

### 4.3 Планування організації ремонтів обладнання

Планування організації ремонтів обладнання включає в себе наступні елементи [22,23]:

1. План організації ремонтів (ПОР) і оперативний (лінійний або мережевий) графік складають з метою раціональної організації і виконання ремонту в цілому і доцільної послідовності проведення робіт на окремих ділянках.

2. ПОР на ремонт основних технологічних агрегатів складає виконавець ремонту разом із замовником у терміни:

- капітальних ремонтів відповідно до «Положення про капітальний ремонт основних промислово-виробничих фондів підприємств системи чорної металургії України»;
- поточних ремонтів за 5-7 днів до початку ремонту.

3. ПОР на поточний ремонт об'єкта повинний бути погоджений з відділом техніки безпеки підприємства і затверджений:

- по механічному устаткуванню – головним механіком підприємства (його заступником по відповідному виду виробництва);
- по металургійних агрегатах – відповідним головним фахівцем або головним інженером підприємства.

Допускається внесення в них, при необхідності, змін або доповнень, що повинні бути погоджені з тими ж особами й у ті ж терміни.

4. При складанні оперативного графіка і ПОР:

- встановлюється послідовність виконання ремонтних робіт, передбачених ремонтною відомістю;
- визначаються ремонтні роботи й операції, які виконуються паралельно (одночасно);
- встановлюється тривалість кожної роботи й операції;
- визначається необхідне число робітників (по спеціальностях) для виконання кожного з передбачених видів робіт;
- встановлюється організація робіт підготовчого, розбірного і відбудовного періодів;
- визначаються засоби механізації, необхідні для виконання робіт;
- передбачається розміщення переносних і стаціонарних механізмів, необхідних для проведення ремонтних робіт;
- встановлюється розташування складських приміщень для ремонтних виробів;
- розробляється графік вантажопотоків;
- передбачаються необхідні запобіжні заходи по техніці безпеки (установка лісів, підмостків, перекриттів, закріплення окремих вузлів і елементів устаткування);
- передбачаються зони відпочинку, при проведенні робіт в умовах підвищених температур, термозахисні засоби, аерація повітря й ін.



5. Загальна тривалість ремонту за графіком не повинна перевищувати планової зупинки устаткування на ремонт, передбаченого місячним графіком ПР.

6. При заповненні оперативного графіка:

- у графах відзначається тривалість виконання окремих робіт у годинах, змінах або добах в залежності від загальної тривалості ремонту;
- оперативний графік складається шляхом проведення кольорових горизонтальних ліній, тривалість яких відповідає часу між початком кожної роботи і її закінченням.

7. Оцінка про фактичне виконання робіт здійснюється нанесенням на графік умовних позначок іншого кольору.

8. При ремонтах основних металургійних агрегатів необхідно складати мережевий оперативний графік організації і проведення ремонтних робіт.

При кожному ремонті виконуються ті з зазначених у переліку робіт, необхідність у які викликана станом устаткування, що ремонтується. Відповідно до цього конкретний обсяг робіт при поточному ремонті будь-якого виду може бути як більше, так і менше обсягу типового ремонту.

## РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Економічне обґрунтування заходів проекту

Враховуючи викладені вище недоліки в роботі тягнуче–правильних машин та запропоновані заходи розрахуємо техніко-економічні показники заходів проекту [24].

Економічний ефект визначаємо на основі зіставлення вартості витрат відновлення і виготовлення роликів МБЛЗ на спеціалізованому ремонтному підприємстві та в умовах ремонтної бази металургійного підприємства.

Для розрахунку витрат на відновлення роликів використаємо розрахункові дані стосовно розхідних матеріалів які наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахункові дані щодо витрат розхідних матеріалів для наплавлення ролика МБЛЗ

№	Параметр	Позначення	Одиниця вимірювання	Розмір
1	Розміри поверхні ролика	$D \times L$	мм×мм	350×200
2	Діаметр до наплавлення	$D_{\min}$	мм	346,0
3	Діаметр після наплавлення	$D_{\max}$	мм	350,2
4	Об'єм наплавленого матеріалу	$V$	см <sup>3</sup>	1836,3
5	Вага наплавленого матеріалу	$M_m$	кг	14,3
6	Витрати проволочки	$M_p$	кг	15,8
7	Витрати суміши 90%Ar+10%CO <sub>2</sub>	–	літр	2418,5
8	Аргон	$V_{Ar}$	літр	2176,6
9	Діоксид вуглецю	$V_{CO_2}$	літр	241,8
10	Час наплавлення	$T$	година	2,6
11	Витрати електроенергії	$E_e$	кВт·годин	140,7

Вартість розхідних матеріалів на наплавлення одного ролика складе:

$$\begin{aligned}
 B_{rm} &= M_p C_p + V_{Ar} C_{Ar} + V_{CO_2} C_{CO_2} + E_e C_e = \\
 &= 15,8 \cdot 3,35 + 2176,6 \cdot 6,25 + 241,8 \cdot 10 + 140,7 \cdot 1,73 = 16318,09 \text{ грн},
 \end{aligned}
 \tag{83}$$

де  $C_p = 3,35$  грн/кг – ціна проволочи ПП-НП-35В9Х3СФ ГОСТ 26101-84;

$C_{Ar} = 6,25$  грн/літр – ціна аргону;

$C_{CO_2} = 10$  грн/літр – ціна діоксиду вуглецю;

$C_e = 1,73$  грн – ціна за кВт·годину на енергоринку України станом на 28.11.2019 р.

Протягом місяця в середньому наплавлення потребують ролики в кількості:

$$N_r = \frac{n_m n_1}{m} + n_z = \frac{6 \cdot 5}{3} + 5 = 10 + 5 = 15 \text{ шт},
 \tag{84}$$

де  $n_m = 6$  – кількість ТПМ на МБЛЗ;

$n_1 = 5$  – кількість роликів на одній ТПМ;

$m = 3$  – середня тривалість стійкості поверхні ролика до повторного наплавлення;

$n_z = 5$  – запасний комплект роликів на випадок аварійної заміни або підвищеного ушкодження.

Собівартість наплавлення середньої кількості потреби роликів в рік:

$$\begin{aligned}
 P &= 12 \left[ (B_{rm} + Z_1) N_r + B_c \right] = \\
 &= 12 \left[ (16318,09 + 3752,5) \cdot 15 + 5157,25 \right] = 3674593,2 \text{ грн}.
 \end{aligned}
 \tag{85}$$

де  $Z_1 = 3752,5$  грн – зарплата і нарахування наплавнику за наплавлення одного ролика в місяць;

$B_c = 5157,25$  грн – цехові витрати на утримання установки наплавлення в місяць.

Вартість одного ролика виробленого на спеціалізованому ремонтному підприємстві із транспортними витратами становить:

$$C_{1R} = 31999 \text{ грн.} \quad (86)$$

Таким чином витрати на наплавлення на спеціалізованому ремонтному підприємстві із транспортними витратами за рік складе:

$$B_R = 12C_{1R}N_r = 12 \cdot 31999 \cdot 15 = 5759820 \text{ грн.} \quad (87)$$

Додатковий прибуток металургійного підприємства в такому випадку становитиме:

$$D = B_R - P = 5759820 - 3674593,2 = 2085226,8 \text{ грн.} \quad (88)$$

Витрати на придбання, монтаж та налаштування установки наплавлення на базі вальцетокарного верстату з використанням модернізованого наплавочного автомата А-1406, а також підготовку 2-х наплавників з урахуванням ПДВ коштує:

$$B_n = 1956230 \text{ грн.} \quad (89)$$

Обчислимо термін окупності заходів проекту:

$$T = \frac{B_n}{D} = \frac{1956230}{2085226,8} = 0,938 \text{ року.} \quad (90)$$

## РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Конкретні заходи техніки безпеки і пристосування для забезпечення безпечних умов праці повинні розроблятися на основі аналізу конкретних небезпечних і шкідливих виробничих чинників в умовах цеху [25] де розташовано об'єкт проектування або пов'язані з розробленими рішеннями проекту.

При знаходженні в цеху установки наплавлення основними причинами ураження електричним струмом є дія електричного струму через дугу; зіткнення з відкритими частинами і дротами; дотик до струмопровідних частин, ізоляція яких пошкоджена; торкання струмопровідних частин через предмети з низьким опором ізоляції; дотик до металевих частин обладнання, що випадково виявилися під напругою; зіткнення з деталями будівельних конструкцій, що випадково виявилися під напругою. Небезпеку електричного ураження створює різноманітне обладнання: електричний привод, електрообладнання підйомно-транспортних пристроїв, зварювальні та апарати наплавлення, електричний ручний інструмент.

Для характеристик умов праці важливе значення має виробничий мікроклімат – комплекс значень фізичних характеристик метеорологічних чинників в обмеженому просторі виробничого приміщення. До метеорологічних чинників відносяться температура повітря, вологість, швидкість руху, атмосферний тиск.

Вентиляція є ефективним засобом забезпечення необхідних гігієнічних якостей повітря, які відповідають вимогам санітарних норм проектування промислових підприємств.

Вентиляція здійснюється переміщенням повітря: забрудненого – з приміщення і свіжого – в приміщення. За способами переміщення повітря розрізняють природну і примусову вентиляцію. При змішаній вентиляції поєднується природна і примусова вентиляція в різних варіантах. Природна вентиляція здій-

снюється завдяки різниці температур повітря в приміщенні і зовні нього і дії вітру. Примусова вентиляція здійснює обмін повітря за допомогою спеціальних механізмів і пристосувань.

Тепловий ефект дії опромінювання залежить від довжини хвиль і інтенсивності потоку випромінювання, площі ділянки організму, що опромінюється, тривалості опромінювання, кута падіння проміння, одягу.

Самою високу проникаючу здатність має червоне проміння видимого спектру і коротке інфрачервоне проміння (з довжиною хвилі до 1,5 мкм), яке глибоко проникає в тканини шкіри. Проміння з довжиною хвилі біля 3 мкм викликає нагрівання поверхні шкіри. Внаслідок цього, необхідно забезпечити захист не тільки від високотемпературних, але і від низькотемпературних випромінювачів. У виробничих умовах опромінювання відкритих ділянок шкіри переноситься більш легко унаслідок короткочасності дії опромінювання і деякого звикання до нього. Проте нерідко інтенсивність опромінювання в гарячих цехах набагато перевищує граничну величину, що витримує організм.

## **6.2 Заходи щодо техніки безпеки і безпеки праці**

Для уникнення травматизму даним проектом передбачається обгороджування всіх місць цеху, які є небезпечними відносно травматизму. Обладнання має кожухи, які закривають всі його зовнішні деталі або вузли, які рухаються, надійне пускове управління (кнопки, педалі), що не допускають можливості випадкового вмикання або перемикання його під час роботи [25].

Станини обладнання, пульти і прилади управління заземлені. Органи управління виробничим обладнанням мають форми, розміри і поверхні, безпечні і зручні для роботи. Вони розташовані в робочій зоні так, щоб відстань між ними не заважає виконанню операцій. Органи управління приводяться в дію зусиллями, що не перевищують встановлених відповідними нормами. Управління виробничим обладнанням, яке відноситься до однієї і тієї ж групи, уніфіковано. Тобто проектом передбачене однакове розташування педалей, кнопок, однакові

правила управління, типові знаки. Основним засобом для запобігання травматизму при роботі в конверторному цеху є механізація, яка виключає необхідність в безпосередньому зіткненні виробничого персоналу з обладнанням під час його роботи, запобігаючи цим проникненню рук робітника в небезпечні зони механізмів при їх роботі.

Механізація полегшує умови праці, що вже саме по собі є умовою, яка сприяє запобіганню травматизму, оскільки утомленість знижує увагу робітника. До обладнання та інших робочих місць передбачені зручні проходи і під'їзди.

Шкідлива дія шуму на організм людини загальновідома. Але в цеху, який проектується, шум пов'язаний з виробничим процесом і тому неминучий. Для зниження шуму проектом передбачені, спеціальні помости з амортизацією.

Через нестачу природного освітлення проектом передбачено штучне загальне освітлення. У всьому цеху забезпечений рівномірний розподіл світлового потоку, незалежно від розміщення обладнання. Передбачене робоче, аварійне і охоронне освітлення.

Робоче освітлення призначене для нормальної роботи в звичайних умовах а аварійне – у разі раптового відключення робочого освітлення, спеціально застосовується охоронне освітлення. Аварійне освітлення забезпечує освітленість робочих поверхонь не менше 5% нормативної величини робочого освітлення. Для освітлення цеху передбачені люмінесцентні лампи. Для запобігання фізичних перевантажень і монотонності праці передбачені перерви в роботі, а також робота виробничого персоналу позмінно.

До роботи на установці допускаються особи, що ознайомилися з конструкцією і складом обладнання, призначенням і розташуванням всіх органів управління, які пройшли відповідне навчання і підготовку, а також інструктаж по техніці безпеки.

З метою попередження нещасних випадків і аварій категорично забороняється:

- починати роботу без подачі добре чутого застережливого звукового сигналу;

- починати і вести роботу за наявності будь-яких несправностей в механізмах, системах змашування, гідравліки, охолодження, електроживлення і управління, а також за відсутності або пошкодженні захисних штор, що прикривають небезпечні місця та місця підведення трубопроводів гідравліки і змашування;
- підійматися на працююче обладнання, проводити роботи в небезпечній близькості від працюючого обладнання;
- торкатися до працюючого обладнання;
- проводити очищення, прибирання або ремонт вузлів під час роботи;
- захищати проходи;
- допускати сторонніх осіб до працюючого обладнання.

Обладнання має бути надійно заземлено.

При тривалих перервах в роботі електроустаткування знеструмлюють.

Ремонт обладнання повинен проводитися тільки спеціалізованими службами. При ремонтах, зачалування обладнання проводити тільки в місцях, вказаних в кресленнях з урахуванням розташування центру мас. Частина обладнання, які виступають необхідно оберігати від пошкоджень. Користуватися дозволяється тільки придатними і надійними чалочними засобами відповідної вантажопідйомності.

### **6.3 Заходи безпеки під час виконання ремонту роликів МБЛЗ**

До наплавлення роликів МБЛЗ допускаються особи, які мають право працювати на автоматичних установках наплавлення і пройшли перевірку знань (під розпис) положень інструкції «Заходи безпеки під час виконання ремонту роликів МБЛЗ».

При відновленні наплавленням роликів МБЛЗ досить виконувати вимоги інструкцій по ТБ для працюючих на автоматичних установках наплавлення, зварників ручного аргонодугового зварювання, токарів, термістів і стропальників.



Особливо небезпечні чинники і заходи щодо захисту від них при відновленні роликів МБЛЗ:

- ураження очей шматочками шлаку при відбиванні шлакової кірки – працювати в окулярах;
- ураження очей і шкіри світловим випромінюванням аргонної дуги – працювати в окулярах для захисту очей від ультрафіолетового випромінювання, користуватися світлофільтрами і світлозахисними екранами.

#### **6.4 Аналіз стану навколишнього середовища в цеху при виконанні наплавлення та заходи щодо поліпшення умов**

Підвищена температура зварювальної дуги сприяє інтенсивному окисленню і випаровуванню металу, флюсу, захисного газу, легуючих елементів [26]. Окислюючись киснем повітря, дані пари утворюють дрібнодисперсний пил, а утворені при наплавленні конвекційні потоки відносять гази і пил в верхні шари приміщення, приводячи до великої запиленості та загазованості робочих місць працівників цеху де встановлено обладнання.

Головними складовими пилу при наплавленні є оксиди заліза, марганцю і кремнію (в межах 41, 18 і 6% відповідно).

Найбільш шкідливі пиловиділення:

- оксиди заліза, механічне подразнення легеневої тканини, хронічне отруєння, дерматоз, ураження ЦНС;
- оксиди марганцю, що викликають захворювання нервової системи, легень, печінки і крові;
- з'єднання кремнію, надають руйнівну дію на легені, що призводить до постійної задишки, болю в грудях, сухому кашлю;
- сполуки хрому, здатні накопичуватися в організмі людини, викликаючи головний біль, запалення шлунково-кишкового тракту, загальну слабкість;

- з'єднання алюмінію, механічне подразнення легеневої тканини, зниження гемоглобіну;
- сполуки вольфраму, ванадію, цинку, міді, нікелю та інших елементів здатні при попаданні в організм працівника через дихальні шляхи і травний тракт викликають ураження всього організму.

Найбільш небезпечні гази, що виділяються при наплавленні:

- оксиди азоту (особливо двоокис азоту), потрапляючи в організм призводить до ураження легень і органів кровообігу;
- оксид вуглецю (задушливий газ) – безбарвний газ, має здатність накопичуватися в приміщенні витісняючи при цьому кисень, при концентрації понад 1% призводить до подразнення дихальних шляхів, викликає втрату свідомості, задишку, судоми і ураження нервової системи;
- озон, в великих концентраціях його запах нагадує запах хлору, утворюється при наплавленні в інертних газах, викликає подразнення очей, сухість у роті і біль у грудях;
- фтористий водень – безбарвний газ з різким запахом, діє на дихальні шляхи і навіть в невеликих концентраціях викликає подразнення слизових оболонок.

Робітникам, що працюють на ділянці наплавлення рекомендується використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема респіратори [27] і турбо-блоки «Муссон» [28], котрі очищають повітря від пилу, зварювальних димів, аерозолів і подають його до лицьової частини.

Відмінною рисою респіратора 3м 9925 є те, що він має всередині шар активованого вугілля для більш ефективного захисту при зварювальних роботах. Зручна система респіратора гарантує підвищений комфорт і невисокий опір диханню при високих захисних показниках. Зовнішня оболонка завдяки особливому просоченню добре стійка до займання. Має тривалий термін служби. Використання респіратора 3м знижує ризик виникнення профзахворювань на 90-95%. Роботу в даному респіраторі можливо проводити при температурі від -30 і

до 70°C. Друга ступінь захисту (FFP2), дозволяє використовувати респіратор до 12 ГДК речовини в повітрі робочої зони.

«Муссон» здатний забезпечувати комплексний захист очей, особи і органів дихання, через конструкцію лицьової частини, яка обладнана воздуховодом і лицьовим ущільненням.

Повітря під маскою в 50 разів чистіше, ніж повітря робочої зони.

Турбоблок виконаний з міцного, стійкого до зовнішніх впливів корпусу, акумулятор витримує більше 1000 перезаряджень, все це повинно забезпечити довгий термін служби. Турбоблок кріпиться ззаду або збоку на поясі і не заважає роботі. Легка вага і компактна форма блоку забезпечують його застосування навіть в умовах обмеженого простору. Дві швидкості роботи мікро-вентилятора дозволяють вибрати найбільш оптимальний режим подачі повітря від 140 до 200 л/хв.

Для фільтрації повітря використовується змінний аерозольний фільтр підвищеної ємності типу Р3. Заміна фільтра здійснюється не частіше 1-го разу на місяць.

Для видалення шкідливих речовин з робочого місця наплавщика доцільно застосовувати системи вентиляції.

Зокрема слід установити місцеву та загальнообмінну витяжну вентиляції. Місцеві відсмоктувачі повинні встановлюватися до кожного обладнання та робочого місця, де є виділення шкідливих речовин. Так само необхідно обладнати витяжну систему вентиляції фільтрами для очищення повітря від зварювальних аерозолів. Викид повітря проводиться або в цех або в атмосферу, подачу ж припливного повітря здійснювати наступним чином: розосереджено – при наплавленні в середовищі захисних газів; зосереджено – в верхню зону приміщення у всіх інших випадках. Повітря з цеху де встановлена установка наплавлення дозволяється викидати в атмосферу за умови, що концентрація забруднень в атмосфері населених пунктів не перевищить гранично допустимих концентрацій, що регламентуються СНиП 2.04-05.91 [29].

Причин професійних захворювань при наплавленні багато. Знання гігієнічних особливостей робіт по наплавленню посприяє успішному створенню сприятливих умов праці, необхідної частоти повітря на робочому місці наплавника шляхом ефективної розробки систем місцевої та загальнообмінної вентиляції і застосування засобів індивідуального захисту. Правильно підібрані засоби індивідуального захисту органів дихання і система вентиляції дозволять не тільки зберегти здоров'я працівників, створити для них більш комфортні умови, але і збільшити продуктивність праці.

## ВИСНОВКИ

В даному проекті розроблені заходи щодо підвищення експлуатаційних характеристик машин дільниці витягування та правлення безперервнолитих сортових заготовок. На базі виконаних аналітичних досліджень, вивчення досвіду експлуатації тягнуче-правильних машин та проектно конструкторських розробок відзначається наступне:

1. Досвід експлуатації вказує на дві основні проблеми, а саме інтенсивне зношування поверхонь роликів і, як наслідок, підвищення кількості дефектів на поверхні зливка, та руйнування підшипникових опор роликів, в наслідок заклинювання підшипників, через їхнє перегрівання.
2. Для збільшення міцності поверхневого шару та подовження терміну їх служби, скорочення часу і кількості ремонтних простоїв застосовую наплавлення їх поверхні проволокою ПП-НП-35В9Х3СФ шляхом автоматичного наплавлення під шаром флюсу.
3. Відновлення наплавлення роликів тягнуче-правильної машини на металургійному підприємстві не виконують, а відправляють партіями на спеціалізоване ремонтне підприємство.
4. Враховуючи, існування на металургійному підприємстві в ремонтних цехах вальцетокарного верстату, пропоную застосувати процес відновлення наплавлення роликів на його базі з використанням модернізованого наплавочного автомата А-1406.
5. З урахуванням витрат на впровадження наплавочного автомата А-1406 пропоновані заходи дозволять скоротити витрати на заміну та ремонт роликів і тим самим отримати додатковий прибуток в розмірі 2085226,8 грн. з термін окупності витрат 0,938 року.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Машины и агрегаты металлургических заводов : учебник для вузов / А. И. Целиков, П. И. Полухин, В. М. Гребеник и др. – М. : Металлургия, 1987 – . – Т. 2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов. – 1988 – 432 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. Сортвые машины непрерывного литья [Электронный ресурс] / НКМЗ. – Систем. требования: Adobe Reader. URL: [http://nkmz.com/fileadmin/data/prospekts/Billet\\_continuous\\_casting\\_machines.pdf](http://nkmz.com/fileadmin/data/prospekts/Billet_continuous_casting_machines.pdf) (дата обращения: 01.06.2018).
4. Касьян В. В. Опыт освоения и совершенствования технологии производства сортовых заготовок круглого сечения на МНЛЗ ЭСПЦ ЗАО «ММЗ “ИСТИЛ (Украина)”» / В.В. Касьян, С.Н. Писарский, В.И. Сирченко // Металл и литье Украины. – 2009. – № 3. – С. 6-9.
5. Дюдкин Д. А. Регулирование разливки стали на МНЛЗ / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко // Металл и литье Украины. – 2009. – № 3. – С. 3-6.
6. Состояние непрерывной разливки стали на сортовых МНЛЗ в Украине и Молдове / А. Л. Сотников, В. Н. Киреев, А. Ю. Оробцев и др. // Сталь. – 2013. – № 12. – С. 8-13.
7. Смирнов А. Н. Куберский С. В., Штепан Е. В. Непрерывная разливка стали: Учебник. – Донецк: ДонНТУ, 2011. – 482 с. – рус.
8. Куберский С. В. Экспериментальные исследования процессов мягкого обжата непрерывнолитых сортовых заготовок в промышленных условиях / С. В. Куберский, С. М. Стриченко А. В. Завгородний // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – №4/7 (52). – С. 41-43.
9. Гребеник В. М. Расчет металлургических машин и механизмов / В. М. Гребеник, Ф. К. Иванченко, В. И. Ширяев – К. : Вища шк., 1988. – 448 с.
10. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К. В. Фролов (пред.) и др. – М. : Машиностроение, 2000. – . – Т. IV-5: Машины и агрегаты металлур-

гического производства / Н. В. Пасечник, В. М. Сеницкий, В. Г. Дрозд и др.; Под. общ. ред. В. М. Сеницкого, Н. В. Пасечника. – 2000. – 912 с.

11. АС 571347 СССР. МКИ В22D11/128. Валок зоны вторичного охлаждения машины непрерывного литья заготовок / В. Б. Розанов, И. Е. Кожевников, В. Е. Рудоман и А. И. Целиков – №2152617/02; заявлено 10.06.75; опубл. 05.09.77, Бюлл. №33

12. АС 700278 СССР. МКИ В22D11/128. Валок машины непрерывного литья заготовок / А. Н. Щичков, И. А. Игнашов, В. А. Быстроумов и В. Н. Вopilov – №2633145/22-02; заявлено 19.06.78; опубл. 30.11.79, Бюлл. №44

13. АС 776742 СССР. МКИ В22D11/128. Подшипник скольжения ролика МНЛЗ / И. Ф. Иванченко, А. В. Матюхин, В. Г. Шиян и др. – №2457234/25-02; заявлено 23.02.77; опубл. 17.11.80, Бюлл. №41

14. Справочник по сварке / Под редакцией Е. В. Соколова – М. : Машиностроение, 1962. – Т. 2. – 664 с.

15. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / А.И. Чвертко, В.Е. Патон, В.А. Тимченко – М.: Машиностроение, 1981. – 264 с.

16. Установки на базе токарных станков для наплавки прокатных валков / В. И. Титаренко, В. Н. Лантух, А. С. Кашинский // Автоматическая сварка. – 2013. – №4. – С. 50-55.

17. ГОСТ 9087-81 Флюсы сварочные плавные. Технические условия. – Введ. 1982-01-01. – М. : Госстандарт СССР, 1982. – 10 с. – (Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам).

18. 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.

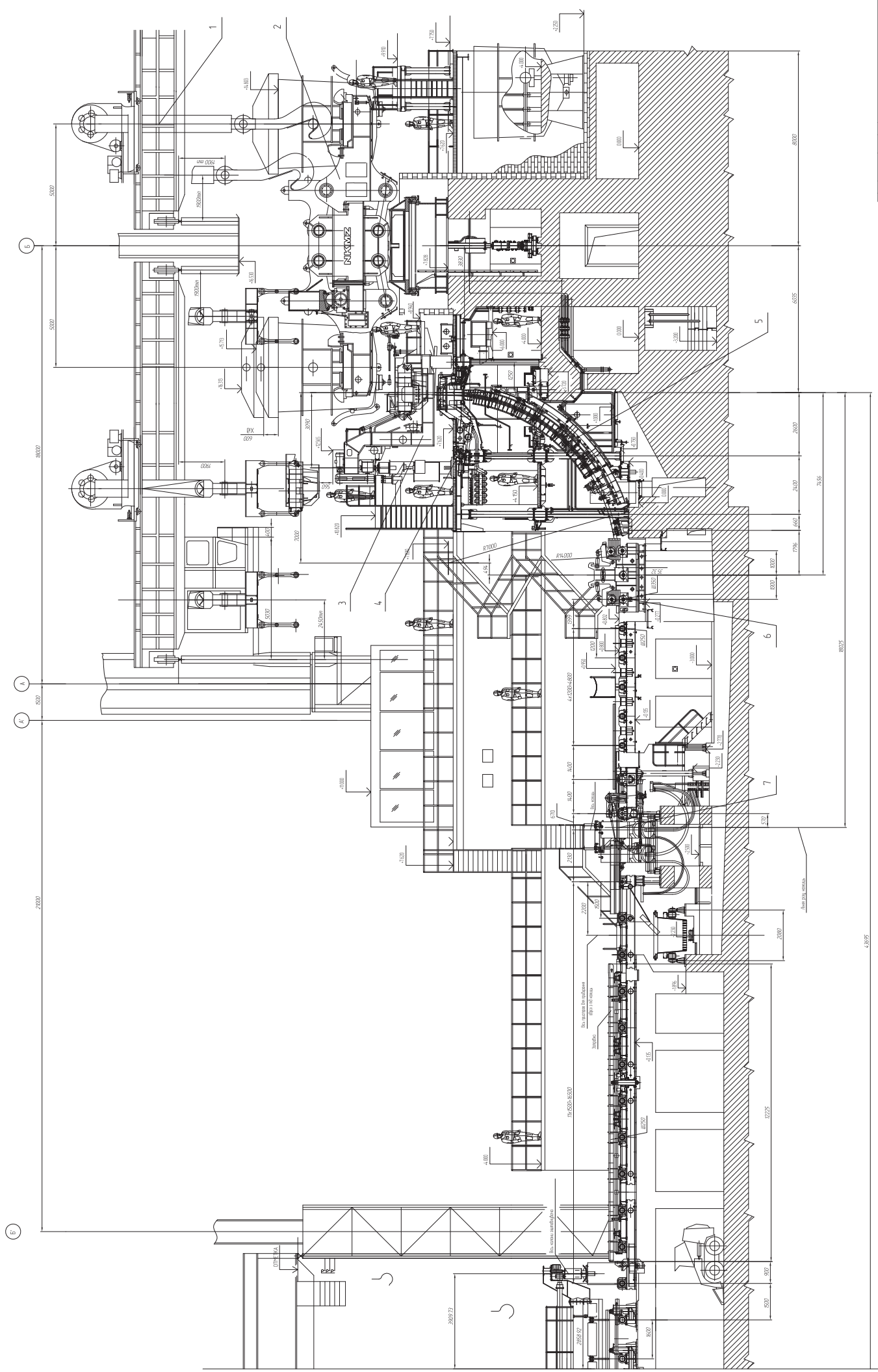
19. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов.: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Выща шк. 1990. – 151 с.: ил.

20. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. : Учебн. пособие для техникумов. – М.: Высш. шк., 1991. – 432 с.

21. Плахтин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин – М.: Металлургия, 1983. – 415 с.
22. Организация и планирование предприятий черной металлургии / Метс А. Ф., Штец К. А., Бельгольский Б. П., Щепилов Ф. И. – М. : Металлургия, 1986 – 560 с.
23. 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.
24. Технико-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.
25. Бринза В. Н. Охрана труда в черной металлургии / В. Н. Бринза, М. М. Зиньковский. – М. : Металлургия, 1982. – 336 с.
26. Писаренко В. Л. Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве / В. Л. Писаренко, М. Л. Рогинский – М. : Машиностроение, 1981. – 120 с.
27. URL:<https://www.ozon.com.ua/catalog/produktsiya-3m/respirator-3m-9925-ffp2-1302/> (дата звернення 10.12.2019)
28. URL:<https://ukraine.vostok.ru/catalog/sredstva-zaschity/zaschitadyhaniya/s-prinuditelnoy-podachey-vozduha/turboblok-musson/> (дата звернення 10.12.2019)
29. Безопасность в техносфере : учеб.-метод. пособие / Алешков Д. С., Бедрина Е. А., Гордеева С. А. и др. // СибАДИ, Каф. Техносферная безопасность. – Омск, 2015. – 168 с.



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

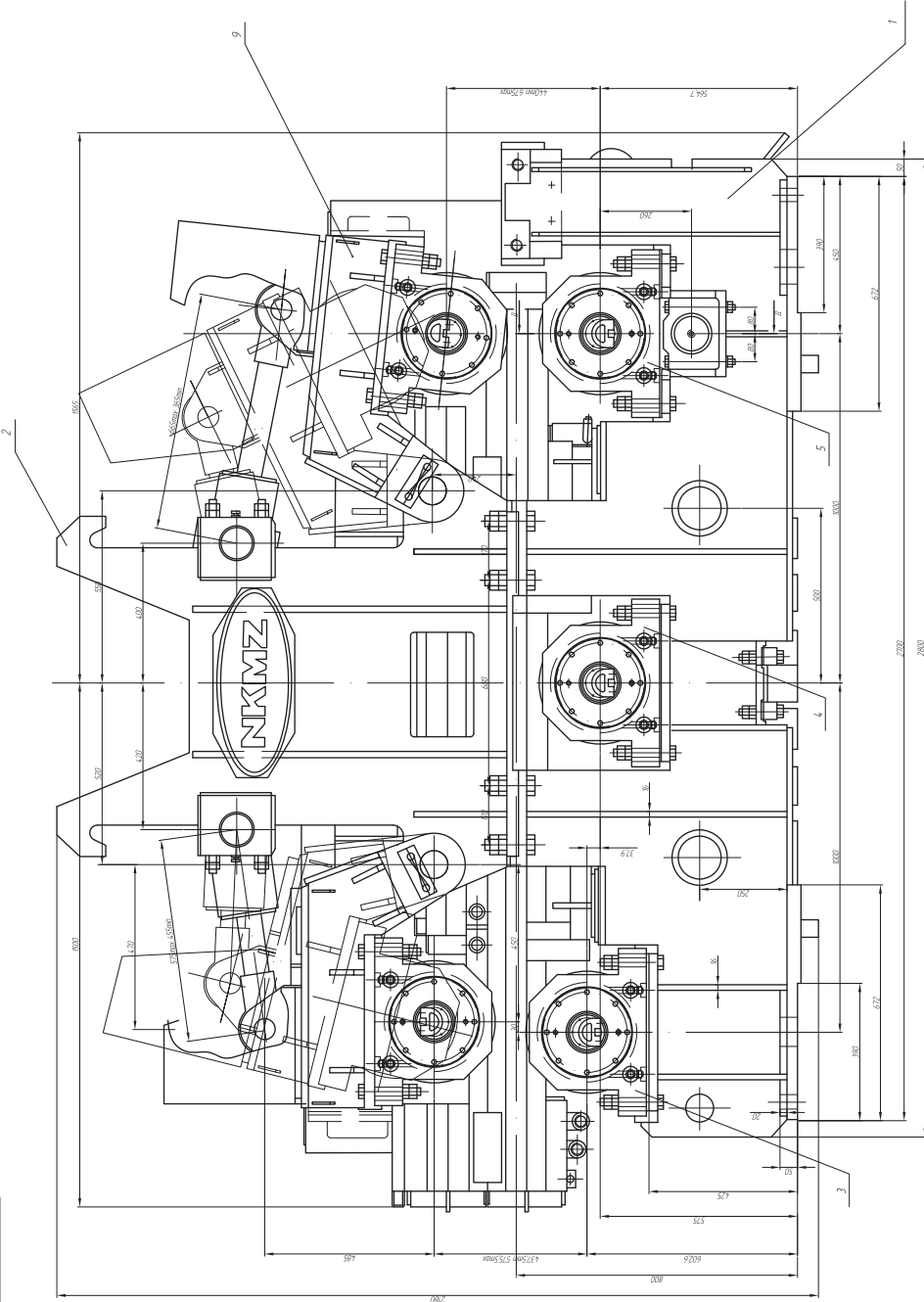
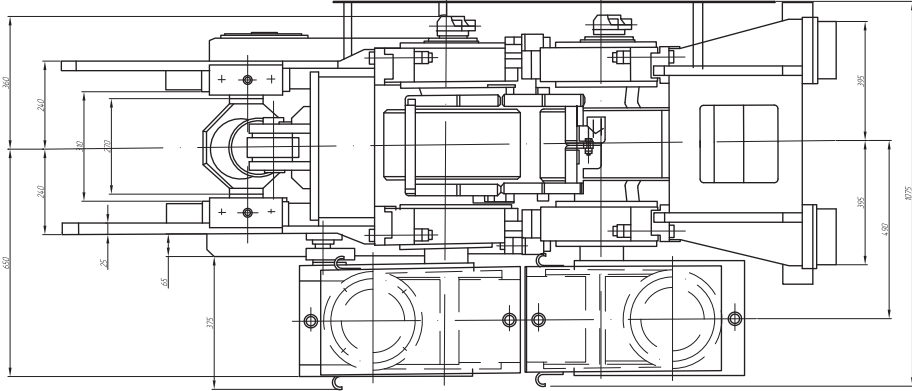


4.50%

100 B336000 CK	
NO.	100
DATE	15.03.2010
DESIGNER	ME/13
CHECKER	ME/13
APPROVER	ME/13
SCALE	1:50
PROJECT	Industrie- und Gewerbebau
CLIENT	Industrie- und Gewerbebau
LOCATION	Industrie- und Gewerbebau
NO.	100
DATE	15.03.2010
DESIGNER	ME/13
CHECKER	ME/13
APPROVER	ME/13
SCALE	1:50
PROJECT	Industrie- und Gewerbebau
CLIENT	Industrie- und Gewerbebau
LOCATION	Industrie- und Gewerbebau

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
А0			ПД 133.60.00 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Кран мостовий	1	
		2		Стенд поворотний	1	
		3		Візок проміжного ковша	2	
		4		Механізм хитання кристалізатора	6	
		5		Зона вторинного охолодження	1	
		6	ПД 133.60.02.00 СК	Тягнуче-правильна машина	6	
		7		Ножиці гідравлічні	6	

<b>ПД 133.60.00</b>								
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	МБЛЗ	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Ківільов							
Перевір.	Баровік				Повздоовжно-вертикальний розріз	СНУ ім. В.Даля, зр. МО-18дм		
Н.контр.	Шабрацький							
Затв.	Созантов							



- Головки аппаратурные
- 1 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм
  - 2 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм
  - 3 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм
  - 4 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм
  - 5 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм
  - 6 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм
  - 7 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм
  - 8 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм
  - 9 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм
  - 10 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

Головки аппаратурные

1 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

2 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

3 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

4 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

5 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

6 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

7 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

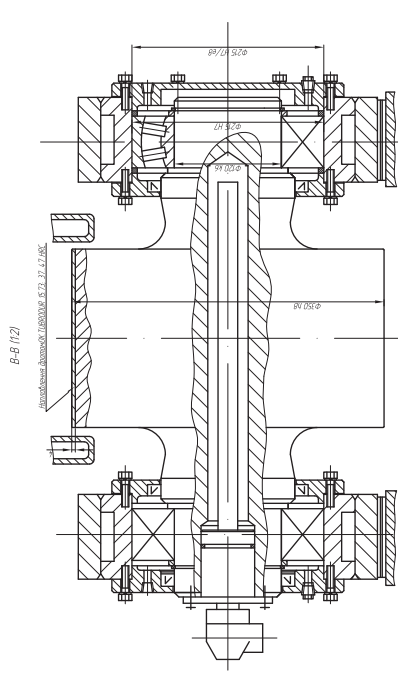
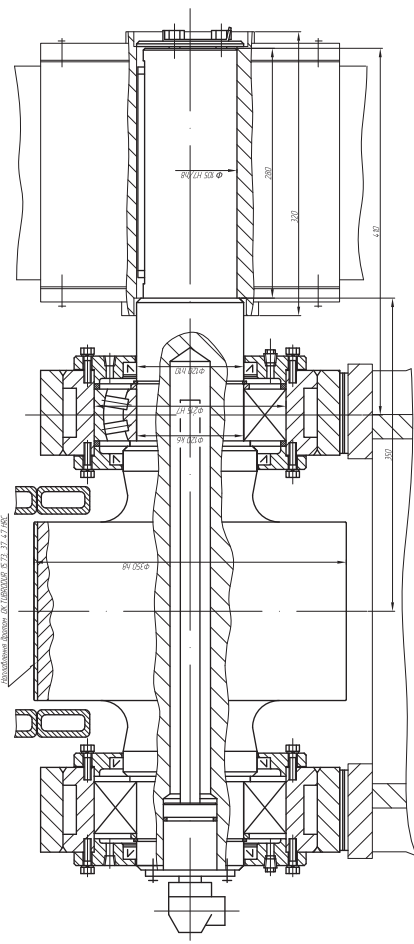
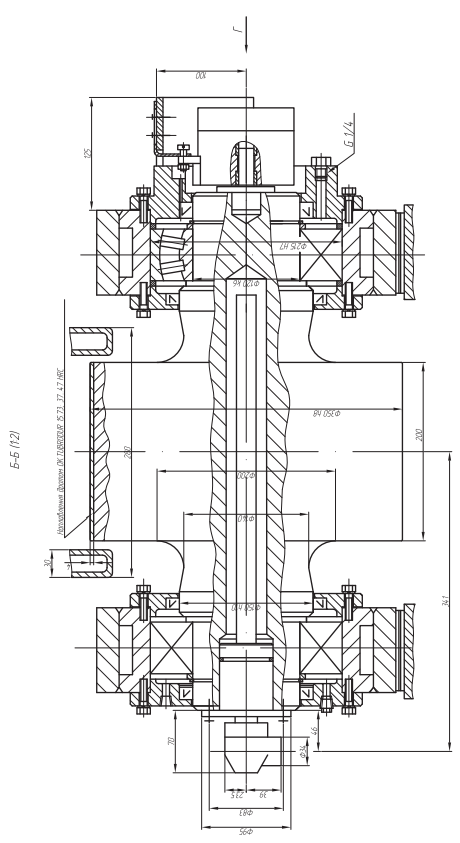
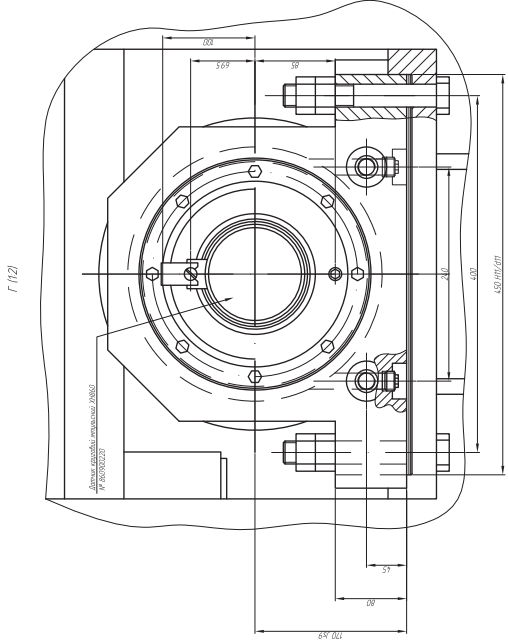
8 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

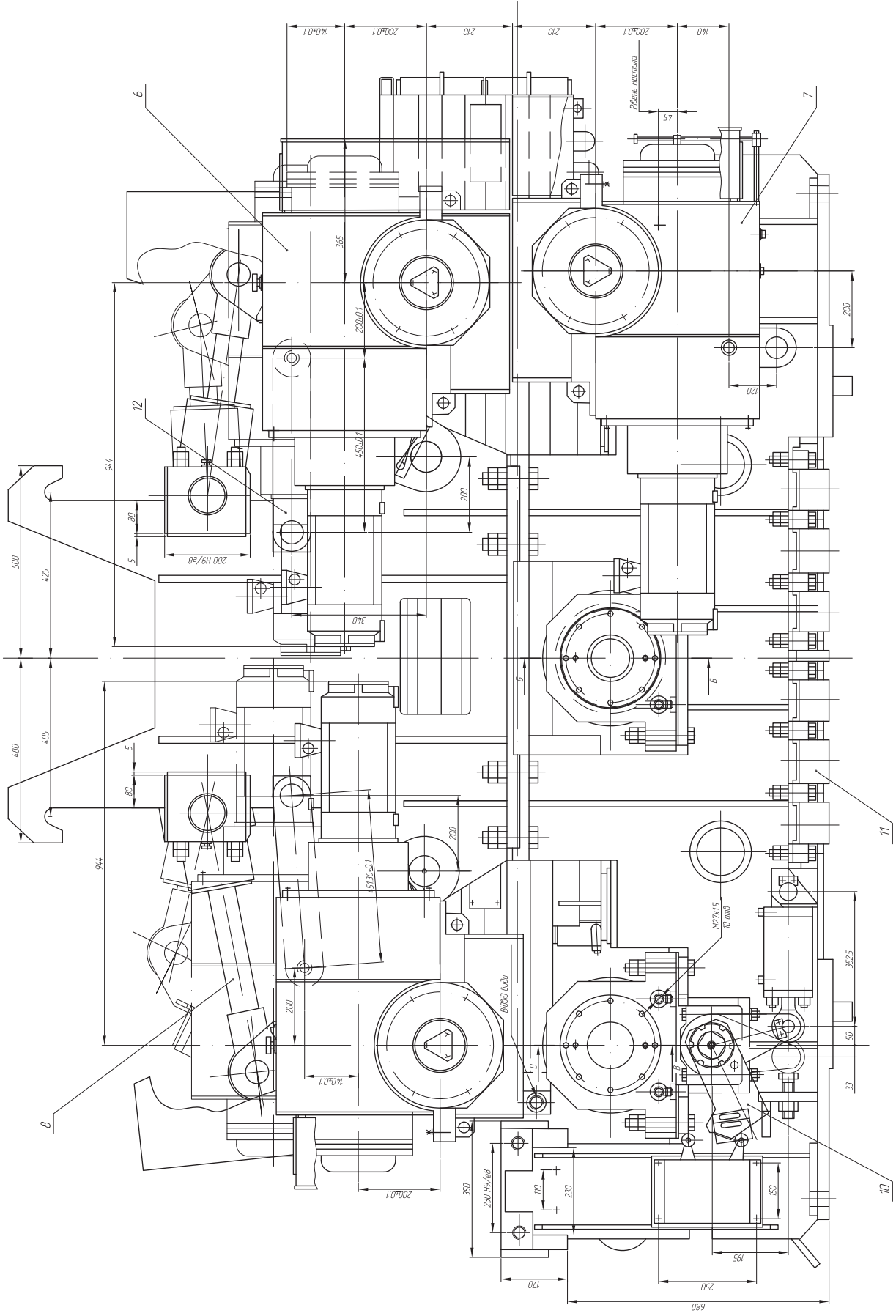
9 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

10 Головка аппаратурная, модель 4, 400 мм

№	Изм.	Дата	Исполнитель	Проверенный
1	1	15.02.2011	С.В.С.	С.В.С.
2	1	15.02.2011	С.В.С.	С.В.С.
3	1	15.02.2011	С.В.С.	С.В.С.
4	1	15.02.2011	С.В.С.	С.В.С.
5	1	15.02.2011	С.В.С.	С.В.С.
6	1	15.02.2011	С.В.С.	С.В.С.

Итого: 6 листов из 10 листов





Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
			ПД 133.60.01.00 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Рама	1	
		2		Стійка	1	
		3	ПД 133.60.01.03.00 СК	Ролик приводний	3	
		4		Ролик опорний	1	
		5		Ролик холостий	1	
		6		Привод ролика ТПМ	2	
		7		Привод ролика ТПМ	1	
		8		Гідроциліндр	2	
		9		Ричаг	2	
		10		Механізм відділення затравки	1	
		11		Підвід	2	
		12		Тяга	2	

ПД 133.60.01.00				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Ківільов		
Перевір.		Боровік		
Н.контр.		Шабрацький		
Затв.		Созонтов		
Тягнуче-правильна машина				
		Літ	Аркуш	Аркушів
СНУ ім. В.Даля, зр. МО-18дм				

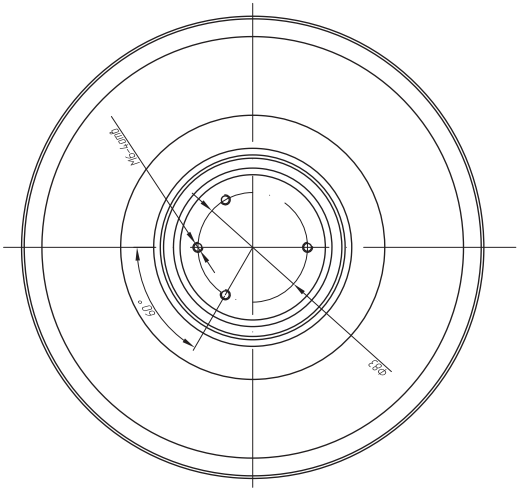




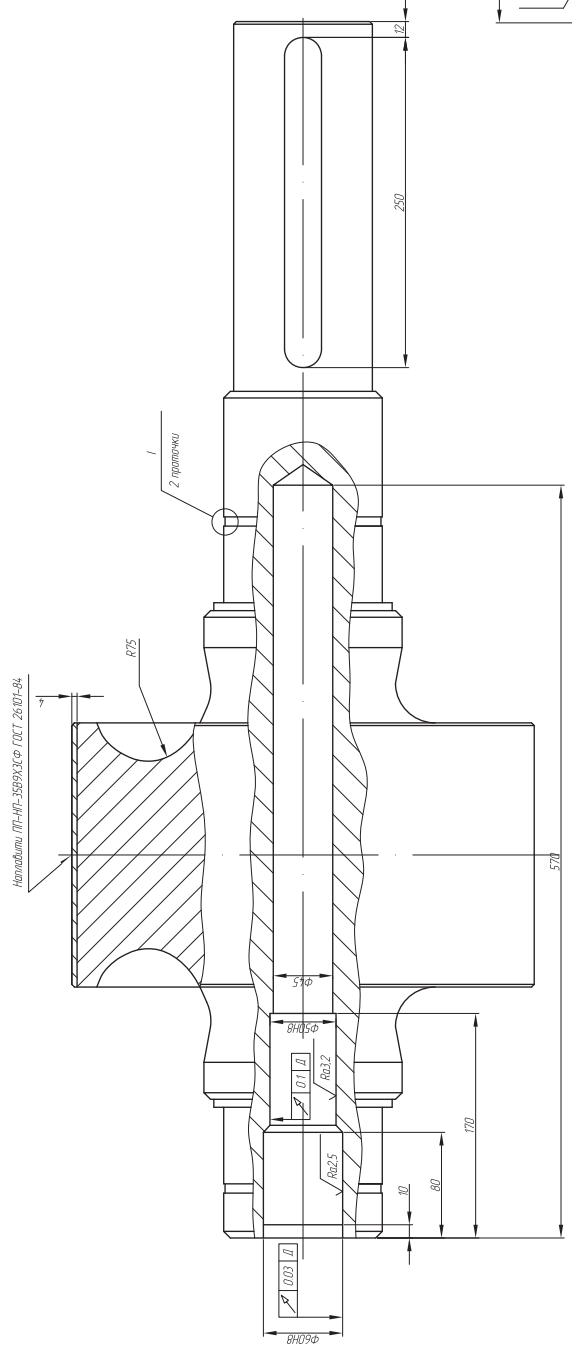
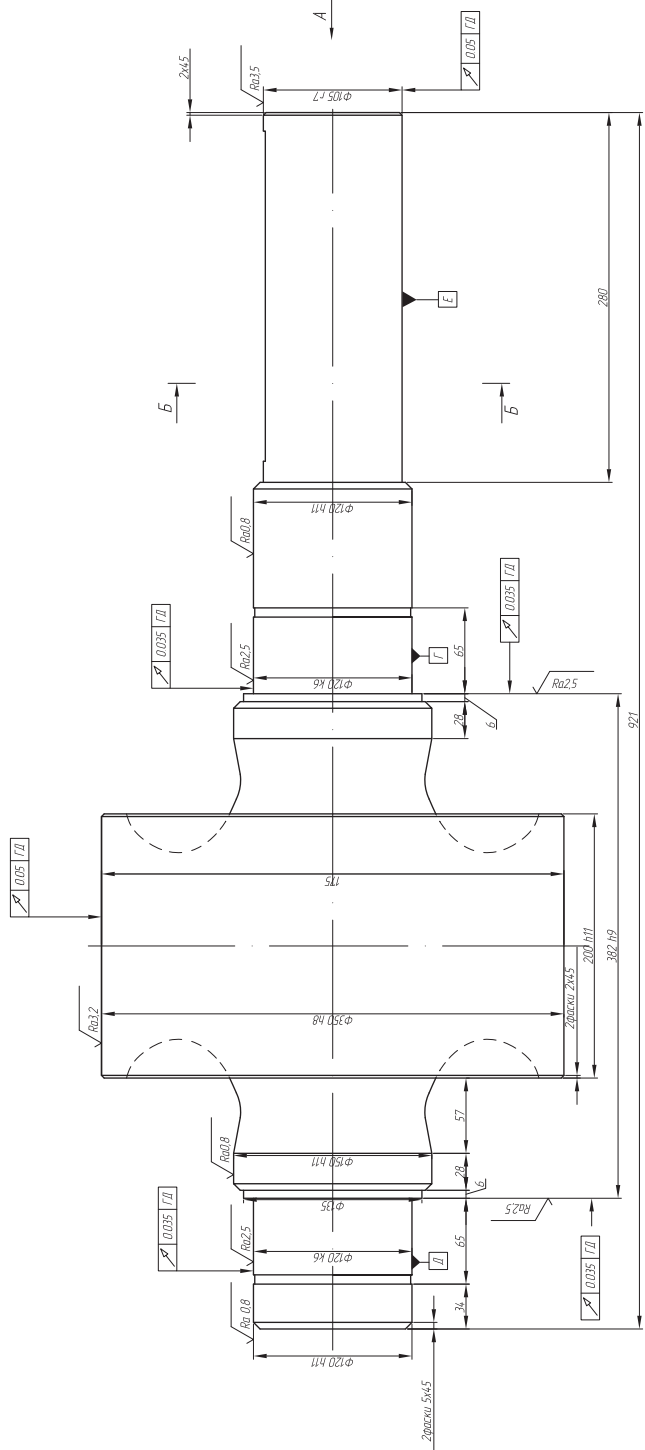
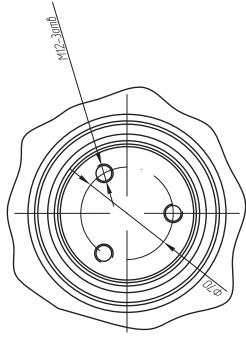
Формат	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кіл	Примітки
				<u>Документація</u>		
			ПД 133.60.02.00 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
		1		Корпус	2	
		2	ПД 133.60.02.02	Ролик	1	
		3		Прокладка	4	
		4		Кришка	2	
		5		Кришка	2	
		6		Втулка розпорна	2	
		7		Кільце	2	
		8		Втулка розпорна	2	
		9		Втулка	1	
		10		Втулка	1	
		11		Пробка	6	
		12		Пробка	2	
		14		Шайба	1	
		15		Планка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		19		Болт М16-8 16.46.С19 ГОСТ 7808-74	24	
		20		Кільце С120 ГОСТ13040-86	2	
		21		Шайба 6 65Г ГОСТ6402-70	24	

ПД 133.60.02.00					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Ківільов				
Перевір.	Боробік				
Н.контр.	Шабрацький				
Затв.	Созонтов				
Ролик приводний			Літ	Аркуш	Аркушів
				1	2
СНУ ім. В.Далія, гр. МО-18дм					

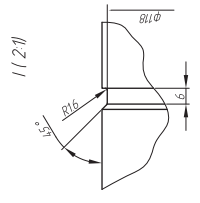
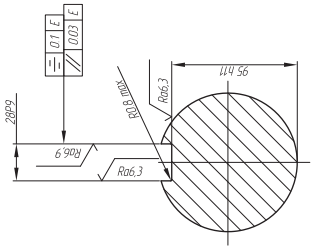
<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл</i>	<i>Примітки</i>
		22		<i>Шпонка 28x16x250</i>	1	
		23		<i>Підшипник 3524</i>	2	
		24		<i>Манжета 1.1-120x150-5</i>		
				<i>ГОСТ 8752-79</i>	2	
		25		<i>Манжета 1.1-150x180-5</i>		
				<i>ГОСТ 8752-79</i>	2	
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>N докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ПД 133.60.02.00</i>	
						2



A



B-B



1:2.1

1 197-265 H8  
2 H12 H12 H14/2

№ 03.60.02.02		№ 182	№ 12
Ролук		182	12
Смать 45 ГОСТ 1050-94		СН в виде от МС-884	
Исполн.	Провер.	Утверд.	Соглас.
Состав.	Состав.	Состав.	Состав.