

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

Інженерно-фізичний факультет

Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій

## Пояснювальна записка

До дипломного проєкту (роботи)

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Підвищення зносостійкості тягнутих валків за рахунок поверхневого наплавлення»

Виконав: студент \_ курсу, групи Іф-312м

Напряму підготовки (спеціальності)

131 Прикладна механіка

(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Юхименко Микола Володимирович

Керівник Міщенко В. Г.

(ПРІЗВИЩЕ, Ініціали)

Рецензент Єршов А. В.

(ПРІЗВИЩЕ, Ініціали)

## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Інженерно-фізичнийКафедра Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкційСтупінь вищої освіти МагістрСпеціальність 131 Прикладна механіка

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Технологія та устаткування зварювання

(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри к.т.н., доцент

Капустян Олексій Євгенович

«15» Грудня 2023 року**ЗАВДАННЯ****НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА****ЮХИМЕНКА МИКОЛИ ВОЛОДИМИРОВИЧА**

(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення зносостійкості тягнутих валків за рахунок поверхневого наплавленнякерівник проєкту (роботи) Міщенко Валерій Григорович

(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затвержені наказом закладу вищої освіти від «15» грудня 2023 року № 5092. Строк подання студентом проєкту (роботи) 25.12.20233. Вихідні дані до проєкту (роботи) Постановка задачі. Креслення виробу. Матеріал виробу4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналіз умов експлуатації деталей. 2 Вибір способів і матеріалів, обладнання для відновлення роликів рольгангу. 3 Розроблення технологічного процесу відновлення ролика транспортного рольгангу. 4 Техніко-економічні розрахунки ділянки. 5 Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) 6 плакатів. Кришка наскрізна, Властивості сталі 45, Структура та властивості сталі 30ХГСА, Залежність зносостійкості наплавленого металу, Схема та режими наплавлення родиків, Автомат А-874.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	Проф. Міщенко Валерій Григорович	01.09.2023	22.12.2023
5	Доц. Нестеров Олександр Васильович		22.12.2023
Нормоконтроль	Ст. вик. Корнієнко Олена Борисівна		22.12.2023

7. Дата видачі завдання «28» 09 2023 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Розроблення плану роботи.	01.09.2023	
2.	Збір вихідних даних	14.09.2023	
3.	Аналіз теоретичних джерел	25.09.2023	
5.	Розроблення першого та другого розділів	01.10.2023	
6.	Розроблення третього, четвертого та п'ятого розділів	15.10.2023	
7.	Розроблення креслень	15.11.2023	
8.	Оформлення та нормоконтроль	15.12.2023	
9.	Захист дипломного проекту	25.12.2023	

Студент

  
( підпис )

Микола ЮХИМЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

  
( підпис )

Валерій МІЩЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ПЗ: 101 с., 13 рис., 33 табл., 1 додаток, 24 джерела, 6 аркушів.

Об'єкт розробки – технологічний процес наплавлення поверхневого шару роликів транспортного рольгангу.

НАПЛАВЛЮВАЛЬНА СТРІЧКА, РЕЖИМИ НАПЛАВЕННЯ, РОЛИКИ, ТРАНСПОРТНИЙ РОЛЬГАНГ, АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ.

Мета роботи – розробка технології відновлення роликів транспортного рольгангу.

Проаналізовано різні способи та матеріали для відновлення поверхневого шару роликів транспортного рольгангу. Вибрані режими наплавлення, матеріали поверхні з підвищеними експлуатаційними властивостями та обладнання для наплавлення. Розроблено раціональну технологію відновлення роликів. Спроектовано ділянку відновлення роликів.

Виконано розрахунки чисельності працівників, заробітної плати, витрати основних фондів, кількості обладнання, собівартості продукції. Визначено економічний ефект від запровадження розробленої технології.

## **ABSTRACT**

EN: p. 101, 12 figs, 18 tables, 1 application, 22 sources, 10 sheets.  
SOLDERING TAPE, SOLDERING MODES, ROLLERS, TRANSPORT ROLLER,  
AUTOMATIC WELDING.

Property development - the technological process of surfacing the surface layer of the rollers of the transport roller conveyor.

Purpose development a technology for restoring transport roller conveyor rollers. Various methods and materials for the restoration of the surface layer of transport roller conveyor rollers have been analyzed. Selected surfacing modes, surface materials with enhanced operational properties, and surfacing equipment. A rational technology for restoring rollers has been developed. The roller restoration area has been designed. Calculations of the number of employees, wages, costs of fixed assets, the amount of equipment, cost of production were performed. The economic effect of the introduction of the developed technology is determined.

## ЗМІСТ

Завдання	2
Реферат	5
Abstract	6
Зміст	7
Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів	9
Вступ	10
1 Аналіз умов експлуатації деталей	11
1.1 Конструкція транспортного рольгангу	11
1.2 Умови роботи роликів рольгангу	17
1.3 Матеріал роликів рольгангу	19
1.4 Вид зносу деталі	22
2 Вибір способів і матеріалів, обладнання для відновлення роликів рольгангу	28
2.1 Аналіз відомих технологічних процесів наплавлення конусів	28
2.1.1 Автоматичне наплавлення під шаром флюсу цільнотягнутим наплавним дротом	28
2.1.2 Автоматичне наплавлення під шаром флюсу порошковим дротом та стрічкою	33
2.1.3 Вибір способу наплавлення роликів транспортного рольгангу	38
2.1.4 Вибір матеріалу для наплавлення ролика транспортного рольгангу	40
2.1.5 Вибір обладнання для наплавлення ролика транспортного рольгангу	43
3 Розроблення технологічного процесу відновлення ролика транспортного рольгангу	43
3.1 Підготовка роликів до наплавлення	43
3.2 Нагрівання роликів перед наплавленням	47
3.3 Наплавлення роликів	48
3.4 Термічне та механічне оброблення наплавлених роликів	51

3.5 Контроль якості	49
4 Техніко-економічні розрахунки ділянки	52
4.1 Технічне нормування технологічних операцій наплавлення ролика транспортного рольгангу	52
4.2 Виробнича програма	52
4.3 Розрахунок кількості устаткування, площі ділянки	53
4.4 Розрахунок кількості персоналу ділянки	56
4.5 Матеріальні витрати	59
4.6 Вартість основних засобів	60
4.7 Фонд оплати праці	62
4.8 Розрахунок собівартості продукції	66
4.9 Непрямі витрати	69
4.10 Економічне обґрунтування запропонованих розробок	77
5 Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях	81
5.1 Аналіз потенційних небезпек	81
5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки обладнання та технологічних процесів	82
5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці	83
5.4 Заходи щодо пожежної безпеки	88
5.5 Заходи з цивільної оборони	92
5.6 Висновки щодо розділу охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	94
Висновки	97
Перелік посилань	98

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

$\sigma_b$  – границя міцності, МПа;

$\sigma_T$  – границя плинності, МПа;

$\delta$  – відносне видовження, %;

$\psi$  – відносне звуження, %;

КСУ ударна вязкість, кДж/м<sup>2</sup>;

$\gamma$  – опір теплопровідності, Вт/(м·град)

$\alpha$  – коефіцієнт теплового розширення, 1/Град;

$\rho$  – густина, кг/м<sup>3</sup>;

C – питома теплоємність, Дж/(кг·град);

R – питомий опір, Ом·м;

НВ – твердість за Брінелем;

F<sub>уст.еф.</sub> – ефективний фонд роботи устаткування, год;

C<sub>pi</sub> – кількість одиниць обладнання;

K<sub>з</sub> – коефіцієнт завантаження;

R<sub>o</sub> – чисельність основних робітників, чол.

## ВСТУП

Дотепер рольганги є невід'ємною частиною більшості виробничих процесів. Рольганги частіше за все застосовуються як підлогові машини для переміщення вантажів. Вантажі транспортуються завдяки обертанню роликів. При цьому ролики працюють в умовах інтенсивного навантаження і несприятливого навколишнього середовища. Продуктивність станів гарячого плющення залежить від технічного стану всіх його технологічних агрегатів, в тому числі рольгангов. Останнім часом значно зросла увага до проблем надійності машин, апаратів і приладів в різних галузях промисловості. Проблема забезпечення високої надійності стає вирішальною умовою подальшого технічного прогресу в будь-якій галузі промисловості. Актуальною є проблема підвищення надійності роликів рольгангів для промисловості. Через низьку надійність робочих рольгангів виникають простої виробництва. У вітчизняній металургії нові ролики, як правило, запускають в роботу без захисних покриттів. Для відновлення роликів наплавленням традиційно застосовуються суцільні і порошкові дроти 12X13, 20X17 в поєднанні з флюсами АН20С і АН26П, що забезпечують хромистий наплавлений метал з ферритно-мартенситною структурою.

## 1 АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕТАЛЕЙ

Відомо, що обґрунтований вибір матеріалів для зміцнення і відновлення деталей, структурного стану і способу зміцнення можливий тільки на основі достатньо повних знань про параметри умов роботи, характер і механізм зносу робочих поверхонь і вимоги до деталі.

### 1.1 Конструкція транспортного рольгангу

Рольгангами називають роликові конвеєри, які використовуються для транспортування особливо важких вантажів, довгомірних, великогабаритних, що мають гострі краї та кути, а також передачі вантажів по роликах вручну на малі відстані.

Відповідно до функцій, які виконує той чи інший рольганг в прокатному стані, рольганги можна умовно розділити на такі основні типи: робочі, транспортні, пакетні, скидальні, пічні, підйомно-хитальні, підйомно-опускні, поворотні та пересувні.

Окремі технологічні групи стану з'єднуються між собою транспортними рольгангами. Залежно від того, подає рольганг метал до агрегату або приймає його з агрегату, транспортні рольганги ділять на підвідні та відвідні.

Рольганги, що обслуговують нагрівальні печі поділяють на завантажувальні та приймальні. Завантажувальні рольганги, розташовані перед нагрівальними печами, транспортують метал до печей. Приймальні рольганги, розташовані на вихідній стороні нагрівальної печі, транспортують нагріті від печей заготовки до чорнової групи стану.

Рольганги, що встановлюються на нагрівальних печах, мають важливі конструктивні відмінності від рольгангів інших типів, що працюють у лінії прокатного стану. Вони зазвичай передбачають систему охолодження роликів. Опори роликів розміщують поза печі.

Підйомно-опускні рольганги, крім прямого призначення транспортування прокату, піднімають або опускають його на той чи інший рівень. Їх встановлюють на агрегатах оброблення сортового прокату та в трубних станах. Деякий різновид рольгангів цього типу є рольганги з підйомними роликами.

Поворотні рольганги служать для зміни напрямку руху прокату під час його транспортування. За своїм конструктивним виконанням поворотні рольганги бувають двох типів: стаціонарні з конічними роликами і поворотні з циліндричними роликами. Іноді їх ще називають поворотними столами.

Пересувні рольганги (рольганг-візок) служать для передачі металу з одного рольганга на інший перпендикулярно до осі прокату, для транспортування злитків від нагрівальних колодязів до приймального рольгангу, і навіть для ряду транспортних операцій інших ділянках стану.

Рольганги за конструктивними та експлуатаційними особливостями діляться на два основні самостійні типи:

- конвеєри непривідні, гравітаційні, у яких рух вантажу відбувається під дією власної ваги внаслідок невеликого нахилу полотна конвеєра в напрямку руху;
- конвеєри приводні, у яких ролики обертаються або безпосередньо від електродвигуна, або через зубчасті, ланцюгові, ремінні та канатні передачі від загального приводу. У цьому випадку вантажі переміщуються роликами, що обертаються за рахунок зчеплення, що виникає між опорною поверхнею вантажу і роликами.

Непривідні рольганги мають характерну рису в залежності від конструкції роликів та їх опор, ваги та характеру вантажу. Швидкість руху останнього по похилому роликівому настилу має певну межу, що обмежує продуктивність

конвеєра. Швидкість руху вантажу по конвеєру нестабільна, це обумовлено рядом факторів, що не піддаються регулюванню (невизначеність коефіцієнтів тертя, неминучі неточності монтажу, різний стан поверхонь вантажів, що транспортуються тощо). Положення вантажу на роликовому полотні також може бути легко порушене внаслідок забруднення полотна, нерівностей опорної поверхні вантажу, неточного розташування роликів тощо. пристроями, що забезпечують подачу вантажів у заданому темпі та у певному положенні. До таких пристроїв відносяться відсікачі різних конструкцій, гальмівні ділянки, що направляють та вирівнюють шини, окремі приводні ролики на ділянках входу або виходу тощо.

Привідні роликові конвеєри забезпечують подавання вантажу із заданою швидкістю, хоча положення вантажу на пологому конвеєрі може бути легко порушено, тому і для цих конвеєрів досить часто необхідно використання напрямних та вирівнювальних пристроїв [1].

Рольганги, що застосовуються на обтискних, листових, сортових та інших прокатних станах, мають ті чи інші конструкційні особливості, що залежать від маси і форми прокату, що транспортується, а також умов роботи.

За типом приводу розрізняють рольганги з груповим та індивідуальним приводом (рис. 1.1).

Зустрічаються три типи групового приводу:

- Через трансмісійний вал з конічною передачею (рис. 1.1, а - в);
- Через розподільний редуктор з циліндричною передачею та паразитними шестернями (рис. 1.1, г, д);
- З ланцюговою передачею.

Груповий привід через конічну передачу може мати спільну ванну чи окремі коробки на кожну конічну передачу. Груповий привід останньої конструкції застосовують при великому етапі роликів (більше 1 м). При малому кроці роликів, коли місце, необхідне розміщення конічної передачі, обмежено, трансмісії

встановлюють з обох сторін рольганга. Рольганги з груповим приводом через циліндричну передачу виготовляють як з вбудованим в раму редуктором, так і з силовим і розподільним редукторами, що стоїть окремо.

Індивідуальний привід (з редуктором та без редуктора) встановлюють на рамі рольгангу або на спеціальній рамі, окремо від рольгангу. В останньому випадку привід з'єднується з роликком рольгангу за допомогою зубчастої або тороїдної муфти з проміжним валом або карданним валом (рис. 1.1, з).

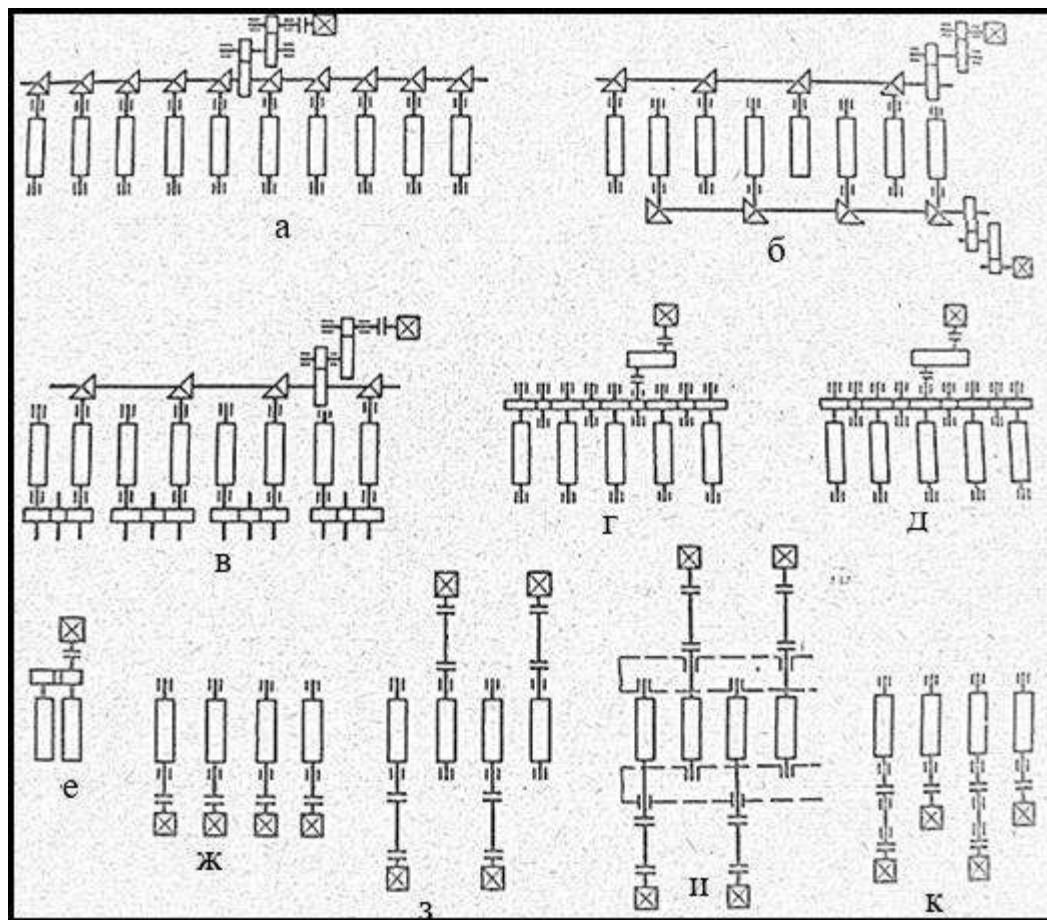


Рисунок 1. 1 – Типи приводу рольгангів.

У рольгангах з індивідуальним приводом електродвигуни зазвичай розташовують з одного боку рольганга (рис. 1, ж). Це дозволяє спростити схему розташування каналів у фундаменті для прокладання кабелю до електродвигунів

та схему повітроводів вентиляції при примусовому охолодженні електродвигунів, а також полегшує обслуговування приводу.

При великих габаритах електродвигунів привід розміщують з обох сторін рольгангу (рис. 1, і, з) або в шаховому порядку (рис. 1, к).

Розташування опор роликів на рамі рольгангу в два-три ряди дозволяє розмістити ролики з меншим кроком (рис. 1, і).

Є конструкції рольгангів зі змішаним приводом, у яких на загальній рамі, крім роликів, що рухаються груповим приводом, можуть бути встановлені ролики з індивідуальним приводом.

Крім рольгангів з груповим приводом на кілька роликів і рольгангів з індивідуальним приводом на кожен ролик (рис. 1, ж, до) є ще так звані рольганги з індивідуальним приводом на два ролики (рис. 1, е).

Залежно від призначення рольгангу застосовують ролики таких типів:

- ковані (для завантажувальних та приймальних транспортних рольгангів обтискних товстолистових, широкосмугових, заготівельних, рейково-балкових та великосортних станів);

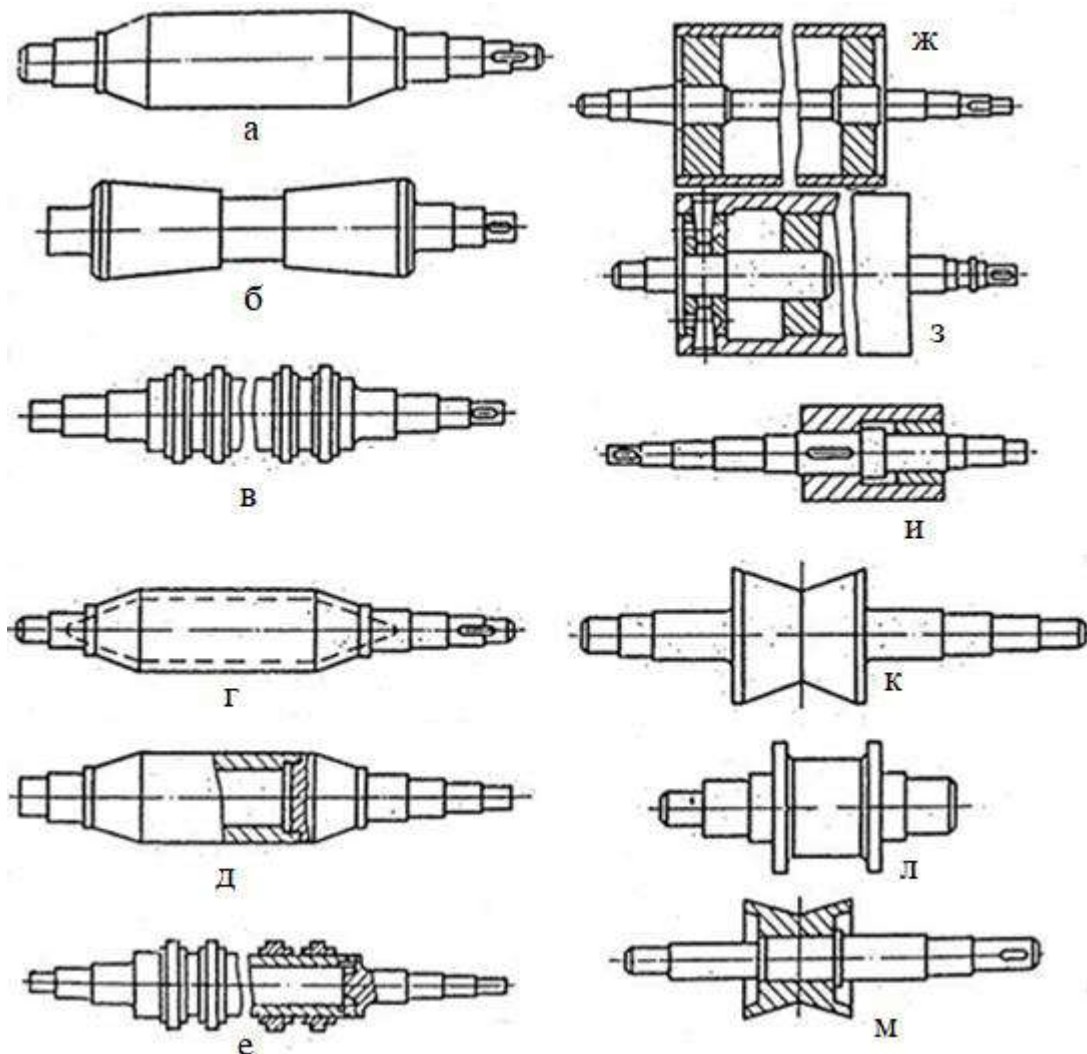
- порожнисті з закутими цапфами (для транспортних рольгангів, що підводять і подовжують, листових, сортових, а також для відповідних транспортних рольгангів, крім листових, коли подряпини на поверхні прокату не допускаються);

- зварні (для транспортних рольгангів хвостової частини та оздоблювальної частини всіх станів, де вага прокату розподіляється на кілька роликів);

- з насадженою чавунною бочкою та сталеву віссю (для транспортних рольгангів листових станів, а також для інших рольгангів, коли подряпини на поверхні прокату не допускаються).

Тип підшипника в опорах роликів вибирають залежно від конструкції рольгангу та його призначення. У транспортних рольгангах із груповим приводом через трансмісію з конічною передачею шийку ролика з боку приводу встановлюють на конічних дворядних підшипниках, а з непривідного боку – на

підшипниках з витими роликами. У разі виникнення великих прогинів роликів від теплової дії та дії ударних навантажень ролики приймальних рольгангів встановлюють на дворядних сферичних підшипниках. У рольгангах із груповим приводом через циліндричну передачу на шийки роликів насаджують дворядні сферичні підшипники. На рис. 2 показані типи роликів. Залежно від типу стана крок роликів у рольгангу обмежується такими значеннями, м: на тонколистових станах 0,5 - 0,7; на середньосортних 0,9 - 1,0; на великосортних 1,2 - 1,6; на трубопрокатних та трубозварювальних 2 - 3 [2].



а – кований; б - кований з біконічною бочкою; в – кований ребристий; г – із закутими цапфами; д – зварний з привареними цапфами; е – зварний ребристий; ж – із насадною зварною бочкою; з – з насадною чавунною бочкою та вставними

цапфами; і – з насадною чавунною бочкою; к – кований з біконічною бочкою для трубно-заготівельних та трубних станів; л – кований з циліндричною бочкою з ребордами; м – з насадною біконічною бочкою;

Рисунок 1.2. – Типи роликів рольгангів.

## 1.2 Умови роботи роликів рольгангу

Ролики транспортних рольгангів прокатних станів працюють у умовах одночасної дії на них високих температур, абразивного середовища, і навіть динамічних навантажень.

При гарячому прокатуванні ролики рольгангів стикаються з металом, температура якого сягає 800 – 1200°C. У результаті окремі елементи рольгангів нагріваються до значних температур. Температура розігріву визначається розмірами зливка, що прокатується, його температурою і тривалістю контакту зливка з роликами.

Особливо сильно розігріваються рольганги, на яких нагрітий метал знаходиться тривалий час, а також рольганги, що безпосередньо приймають зливки та заготовки, що виходять із нагрівальних печей. Температура поверхні робочих роликів тут сягає 500 – 800°C.

Залежно від розігріву роликів, що безпосередньо стикаються з розжареним металом, підвищується температура елементів рольгангів, віддалених від робочої поверхні (зокрема валків, цапф, зубчастих передач та ін. передач).

Значний розігрів окремих частин рольгангів може призвести до зменшення міжремонтного періоду роботи агрегату та порушення процесу прокатування.

На поверхні бочки роликів утворюються тріщини розпалу. При великій кількості теплосмін міцність поверхневого шару бочки порушується [3].

При впливі динамічних навантажень ударного характеру, від дії неврівноважених мас і змінних контактних навантажень виникають руйнування деталей та вузлів рольгангів. При вході заготовки на ролик рольгангу відбувається удар переднім кінцем по бочці ролика. Наслідком удару є великі динамічні зусилля, які сприймаються бочкою, підшипниками, основою ролика та кріпильними деталями.

При впливі динамічних навантажень на ролики рольгангів руйнуються підшипникові вузли і з'являються локальні пластичні деформації в мікрооб'ємах ролика. Робота роликів у таких умовах призводить до їх передчасного виходу з ладу через знос, зовнішнім проявом якого є спотворення строго циліндричної форми, руйнування поверхні від дії контактних навантажень, руйнування цапф та підшипників. При зносі бочки ролика утворюються кільцеві і багатогранні нерівності, які викликають додаткові динамічні навантаження на підшипникові опори від дії неврівноважених мас. У процесі подальшої експлуатації роликів кільцеві та багатогранні нерівності збільшуються, зливаються в одну велику, яка надалі впливає на якість і чистоту поверхні металу, що прокочується, на прокаті утворюються задирки і гострі кромки. У виробничих умовах через брак запасного обладнання іноді виготовляють ролики з труб. Застосування таких роликів призводить до значних коливальних навантажень, викликаних дисбалансом у системі через неоднорідність і різнотовщинність труб. Зношені ролики із труб практично не піддаються відновлювальному ремонту внаслідок малої товщини стінки. При наплавленні у таких роликах відбувається короблення і спотворення циліндричної форми бочки, отже це виключає можливість подальшої експлуатації [4].

### 1.3 Матеріал роликів рольгангу.

Ролики рольгангів виготовляються із сталі 45 способом кування.

Хімічний склад та механічні властивості сталі 45 наведені в таблицях 1.1 та 1.2 відповідно [5].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад % сталі 45

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.42-0.5	0.17-0.37	0.5-0.8	<0.25	<0.04	<0.035	<0.25	<0.25	<0.08

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 45 при  $T = 200^{\circ}\text{C}$

Сортамент	Розмір, мм	$\sigma_{\text{в}}$ , МПа	$\sigma_{\text{т}}$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %	КСУ, кДж/м <sup>2</sup>	Термооброблення -
Поковки	100-300	470	245	19	42	390	Нормалізація
Поковки	300-500	470	245	17	35	340	Нормалізація
Поковки	500 – 800	470	245	15	30	340	Нормалізація

Технологічні та фізичні властивості сталі 45 наведено в таблицях 1.3 та 1.4 відповідно [5].

Таблиця 1.3 – Технологічні властивості сталі 45

Зварюваність:	важкозварювана.
Флокеночутливість:	малочутлива.
Схильність до відпускнуї крихкості:	не схильна.

Таблиця 1.4 -Фізичні властивості сталі 45

T, °C	E 10 <sup>-5</sup> , МПа	$\alpha_{10}$ б, 1/Град	$\gamma$ , Вт/(м·град)	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	C, Дж/(кг·град)
20	2			7826	
100	2.01	11.9	48	7799	473
200	1.93	12.7	47	7769	494
300	1.9	13.4	44	7735	515

Продовження таблиці 1.4

400	1.72	14.1	41	7698	536
500		14.6	39	7662	583
600		14.9	36	7625	578
700		15.2	31	7587	611
800			27	7595	720
900			26		708

Ескіз ролика транспортного рольгангу показано на рис. 1.3.

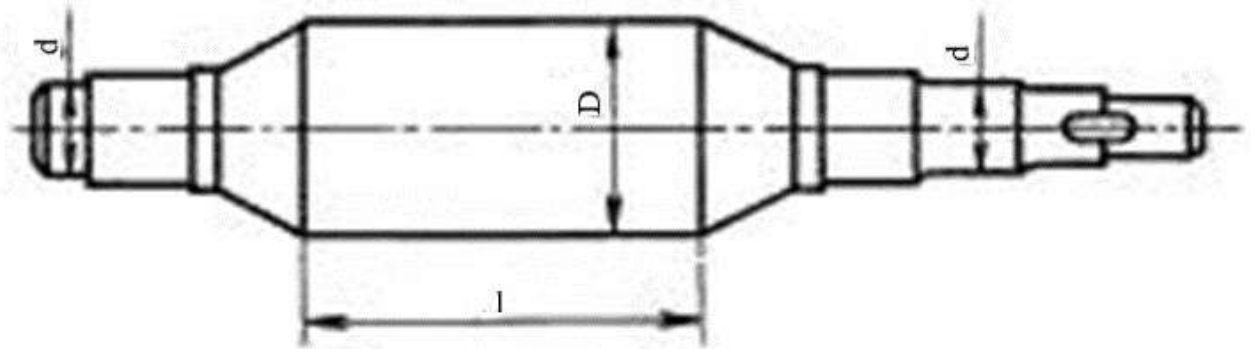


Рисунок 1.3 – Ролик транспортного рольгангу.

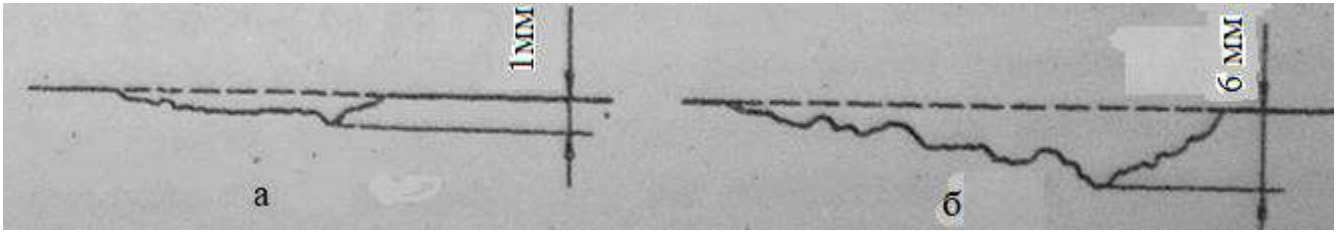
## 1.4 Вид зносу деталі

Очевидно, щоб обґрунтувати вибір способу відновлення необхідно знати процес зношування ролика рольгангу.

Транспортні рольганги розташовані після обтискного стану і слугують для транспортування гарячих слябів. Ролики таких рольгангів мають конструкцію з товстостінними порожнистими бочками. У зв'язку з меншою жорсткістю бочки такі ролики певною мірою гасять ударні навантаження падаючих з обтискного стану заготовок, але в них все-таки часто спостерігаються руйнування рам і підшипникових опор. Вплив абразивного середовища (окалина), ударних навантажень та термічних напружень призводить до руйнування поверхневого шару бочки, а також рами та підшипників. Зовнішні прояви зносу бочки ролика виражаються у спотворенні строго циліндричної форми, зменшенні діаметру, утворенні кільцевих та багатогранних нерівностей на поверхні.

Помічено, що на початку експлуатації при транспортуванні прокату на бочці ролика утворюється одна або кілька борозен. При подальшій експлуатації ці борозни стають центром прогресуючого зносу та переростають у кільцеві та багатогранні канавки глибиною 0,1-0,2 мм. Після відносно короткого часу роботи (15-20 діб) глибина кільцевих канавок збільшується до 0,5 - 4 мм. Надалі глибина канавок інтенсивно збільшується і через 3 – 6 місяців експлуатації досягає 5-6 мм.

Канавки, що утворилися, є місцем, по якому при подальшій експлуатації, відбувається транспортування профілю, що прокатується. Канавки поступово збільшуються і зливаються в одну велику, яка впливає на якість та чистоту поверхні металу, що прокочується. При глибині канавок 4-6 мм подальша експлуатація роликів стає неможливою через появу дизбалансу в системі. Профіль, форма та розміри зношування бочки роликів (рис. 1.4) отримані методом відбитків на пластиліні [6].

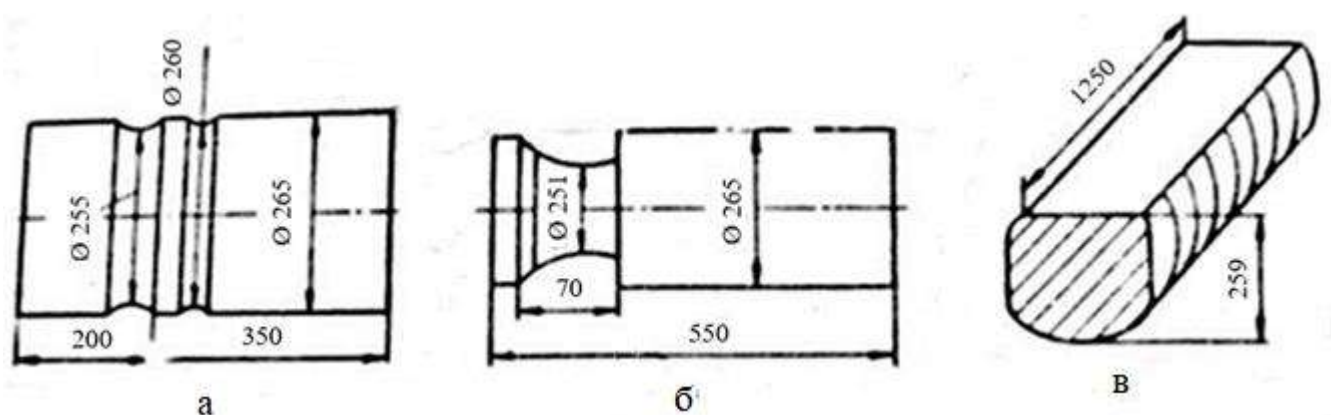


а - період експлуатації 1,5 місяців; б – період експлуатації 6 місяців.

Рисунок 1.4. – Профіль, форма та розміри зносу роликів рольгангів.

Характерний вид зношування бочки роликів рольгангів з видимими кільцевими нерівностями показаний на рис 1.4 а. На бочці ролика після 5 місяців експлуатації була одна велика характерна кільцева канавка глибиною 10 мм та друга менша і кілька невеликих канавок.

Бочка ролика мала характерне зношування у вигляді однієї кільцевої канавки (рис. 1.4, б), що утворилася біля краю. Решта бочки ролика не піддана зносу. При подальшій експлуатації відбувається одностороннє зношування бочки ролика (рис. 1.4, в), який інтенсивно прогресує, оскільки йде процес чистого ковзання прокату по ролику.



а, б - кільцеві канавки; в - одностороннє зношування

Рисунок 1.5. – Зношування ролику рольганга.

Спостереження за роботою роликів рольгангів показують, що в процесі їх експлуатації виникають миттєві контактні навантаження, а також відносно

ковзання заготовки ролика через різницю лінійних швидкостей. Тому контактна міцність робочої поверхні, що сприймає на відносно невеликих площах концентровані контактні навантаження в умовах статичного або динамічного навантаження з прослизанням, є основною функцією довговічності. Звідси випливає, що проблема контактної міцності, що спирається на вирішення деяких задач теорії пружності та пластичності, у багатьох випадках близька до питань зносостійкості, зовнішнього тертя, корозії металу, а також з численними технологічними завданнями. При цьому повинні бути враховані робота сил тертя, фізичний стан матеріалу, його механічні характеристики, контактне навантаження, прослизання при коченні, режим роботи та тривалість [7].

Розглядаючи ролики рольгангів як деталі, що сприймають контактні навантаження, слід зазначити, що знос супроводжує цілий ряд факторів, що прискорюють їхнє руйнування. При ковзанні поверхонь ролика і смуги, що прокочується, виникають механічна і молекулярна взаємодія, які спричиняють механічні, хімічні та структурні зміни властивостей поверхонь тертя, а потім різні види руйнування. Тертя робочих роликів по прокату відбувається в умовах високих контактних температур на відносно невеликих майданчиках. У процесі експлуатації роликів відбувається пружне та частково пластичне деформування мікронерівностей, що призводить до зношування. Повторні мікропластичні деформації при подальшій експлуатації призводять до зміни механічних та фізичних властивостей поверхневого шару.

Ролики в процесі нормальної експлуатації сприймають порівняно невеликі контактні навантаження на поверхні, а зношування в основному відбувається через відносне і абсолютне прослизання. Найбільші контактні напруження та напруження зрізу виникають під час аварійних ситуацій, коли прокат заклинює на рольгангу. У цей період ролик у парі з прокатом знаходиться в стані чистого ковзання, що викликає інтенсивне зношування поверхневого шару і подальше руйнування підшару. Прокат є ніби різцем для роликів, викликаючи зріз і

руйнування окремих частинок металу, що мають мінімальну міцність. Величина зносу працюючих роликів визначається сукупністю внутрішніх та зовнішніх факторів [8,9,10]. До цих чинників можна віднести: фізико-механічні, хімічні та фізико-хімічні властивості матеріалів; початковий стан поверхні; величину питомого тиску між поверхнями, що труться, і характер прикладання навантаження; швидкість взаємного переміщення прослизних поверхонь і режими зміни швидкості у часі; температурні умови; наявність абразивів, їх якісну та розмірну характеристики; корозію і якість поверхневих плівок, що утворюються; ступінь та характер видалення продуктів зносу та ін.

Дія всіх зазначених факторів у сукупності викликає механічне стирання, схоплювання та втомне руйнування. Неоднорідність зміни напруженого стану та високий градієнт зміни напружень при контактному навантаженні, а також наявність у металів певного опору зсуву, призводить до протікання пластичної деформації в обмеженому обсязі [7]. Взагалі зносостійкість визначається багатьма чинниками. Висока твердість зазвичай вважається основною умовою, що забезпечує високий опір зношування. Однак у деяких випадках метали з вищою твердістю є менш зносостійкими, ніж м'які матеріали [8,11].

Очевидно, твердість, зазвичай виміряна при кімнатній температурі, не завжди характеризує зносостійкість. Тим не менш, у більшості випадків підвищення твердості є бажаним. Дослідження [8, 9, 11] показали, що збільшення твердості сприяє підвищенню зносостійкості багатьох деталей та вузлів прокатних станів.

Проте, що вище твердість, тим вища крихкість і тим більш ймовірно руйнування. Застосовувані для виготовлення металургійного устаткування зокрема роликів рольгангів середньо- і високомарганцеві сталі у загартованому стані попри порівняно малу твердість 200- 250 НВ при ударах показують винятково високу зносостійкість. Ці сталі у загартованому стані характеризуються аустенітною структурою. Очевидно, в мікрооб'ємах матеріалу під дією абразивних

частинок, окалини і температури відбувається перетворення метастабільного аустеніту на термодинамічно більш стійкий мартенсит. Внаслідок цього руйнуванню чинить опір не м'який аустеніт, а твердий і міцний мартенсит. Крім того, в процесі абразивного зносу високомарганцевої сталі в мікрооб'ємах, що деформуються, можливий процес виділення дрібних частинок карбідів, які, блокуючи площини ковзання, зміцнюють аустеніт.

Характер і величина зносу роликів рольгангів визначається не тільки властивостями і структурою матеріалу роликів, а й природою і твердістю абразиву, тобто. окалини. Основним показником, що враховує цю обставину, є співвідношення твердості матеріалу ролика  $H_m$  до твердості абразиву, що характеризується коефіцієнтом  $K = H_m / H_a$ . Величина  $K$ , що коливається в широких межах, визначає ступінь зношування. При  $K < 0,6$  інтенсивність зносу велика, збільшення до 0,6 і більше призводить до суттєвого зростання зносостійкості роликів. Дослідженнями [8,12] встановлено, що стійкість до зміцнення вуглецевих сталей лінійно зростає до твердості порядку 5000 МПа, при перевищенні якої спостерігається різке збільшення зносостійкості в результаті зміни характеру взаємодії абразивних частинок з поверхневим шаром сталі. На практиці абразивне зношування рідко буває в чистому вигляді. Зазвичай воно ускладнюється окисненням, нагріванням, контактними явищами та ін. Це спостерігається зокрема і при експлуатації роликів рольгангів. Якщо умови тертя сприяють підвищенню температури або сама деталь працює при підвищених температурах, швидкість абразивного зносу різко збільшується; твердість абразивних частинок (окалини) залишається при цьому практично незмінною, тоді як твердість металу, що прокочується (його опір впровадженню стираючих частинок) значно знижується.

Для всіх розглянутих форм зношування первинним елементарним процесом є пластична деформація поверхневих мікрооб'ємів ролика. Тому при підвищенні опору сталі пластичній деформації зношування зменшується. Так як твердість

металів характеризує їх опір пластичної деформації, в переважній більшості випадків зі збільшенням твердості сталі її зносостійкість підвищується.

## 2. ВИБІР СПОСОБІВ І МАТЕРІАЛІВ, ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ РОЛИКІВ РОЛЬГАНГУ

### 2.1 Аналіз відомих технологічних процесів наплавлення конусів

Аналіз літератури показав, що існуючі методи підвищення зносостійкості ролика рольганга дуже неефективний, тому що в одних випадках зміцнення недостатньо для роботи, в інших - високовартісні.

Розглянемо найпопулярніші методи підвищення зносостійкості. До них відносяться:

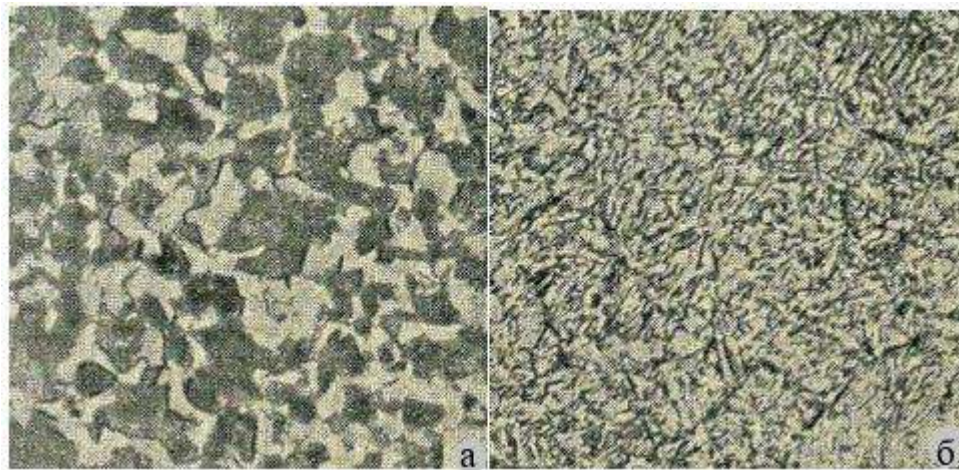
- автоматичне наплавлення під шаром флюсу цільнотягнутим наплавним дротом;
- автоматичне наплавлення під шаром флюсу порошковим дротом та стрічкою [3].

#### 2.1.1 Автоматичне наплавлення під шаром флюсу цільнотягнутим наплавним дротом

Одним з найпоширеніших способів наплавлення роликів є автоматичне наплавлення під шаром флюсу дротом.

Наплавочний дріт виготовляють із сталі 30ХГСА, яку класифікують як конструкційну покращувану [13]. Особливістю цих сталей є гарна прогартовуваність, тим більше чим більше легуючих елементів, хром, нікель, молібден, вольфрам, марганець, кремній для подрібнення зерна, ванадій, титан, ніобій, цирконій. Звичайне термічне оброблення таких сталей – загартування в оливi та високий відпуск (550 - 650°C). Леговані конструкційні сталі мають після

відпалу приблизно однакову структуру, що складається з фериту та перліту (кількість перліту тим більша, чим більше вуглецю та легуючих елементів, так як більшість легуючих елементів зсувають точку S вліво, на діаграмі Fe-C). У термічно обробленій сталі структура складається із продуктів розпаду мартенситу. Ефект поліпшення, тобто. підвищення механічних властивостей сталі після подвійної обробки, спостерігається лише при відпуску до температури, у яких зберігається орієнтація по мартенситу. Типова структура сталі 30ХГСА показана рисунку 2.1.



а – відпалений стан; б – покращений стан

Рисунок 2.1 – Структура сталі 30ХГСА x500.

Згідно [14] дріт із сталі 30ХГСА, що наплавляється класифікують за типом, як нелегований або низьколегований наплавлений метал (<0,4%, тип А). Відповідно до ДСТУ 7806 хімічний склад дроту 30ХГСА наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад % матеріалу 30ХГСА

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.28-0.34	0.9-1.2	0.8-1.1	до 0.3	≤ 0.025		0.8-1.1	до 0.3

Вибір, для відновлення геометричних розмірів роликів, як підшар дроту 30ХГСА був зроблений не випадково, а через те, що цей матеріал має наступні переваги : механічні, фізичні, технологічні (таблиці 2.2-2.3).

Таблиця 2.2 - Технологічні властивості матеріалу 30ХГСА

Температура кування	Початок 1240°C, кінець 800°C. Перетин до 50мм охолоджуються в штабелях на повітрі, 51-100мм - у ящиках
Наплавлюваність	без обмежень – напавлення проводиться без підігріву та без подальшої термообробки
	Обмеженонаплавлювана - наплавка можлива при підігріві до 100-120 град. та подальшій термообробці
	Важконаплавлювана - для отримання якісного напавлення потрібні додаткові операції: підігрів до 200-300°C, при напавленні, термообробка після напавлення - відпал
Схильність до відпускної крихкості	схильна
Флокеночутливість	чутлива

Таблиця 2.3 – Механічні властивості залежно від температури відпуску, сталі 30ХГСА

t відпуску, °C	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/м <sup>2</sup>	НВ
Діаметр 20-70 мм, гартування 880 °C, олива. Після відпуску – охолодження у воді.						

Продовження таблиці 2.3

200	1570	1700	11	44	88	487
300	1520	1630	11	54	69	470
400	1320	1420	12	56	49	412
500	1140	1220	15	56	78	362
600	940	1040	19	62	137	300

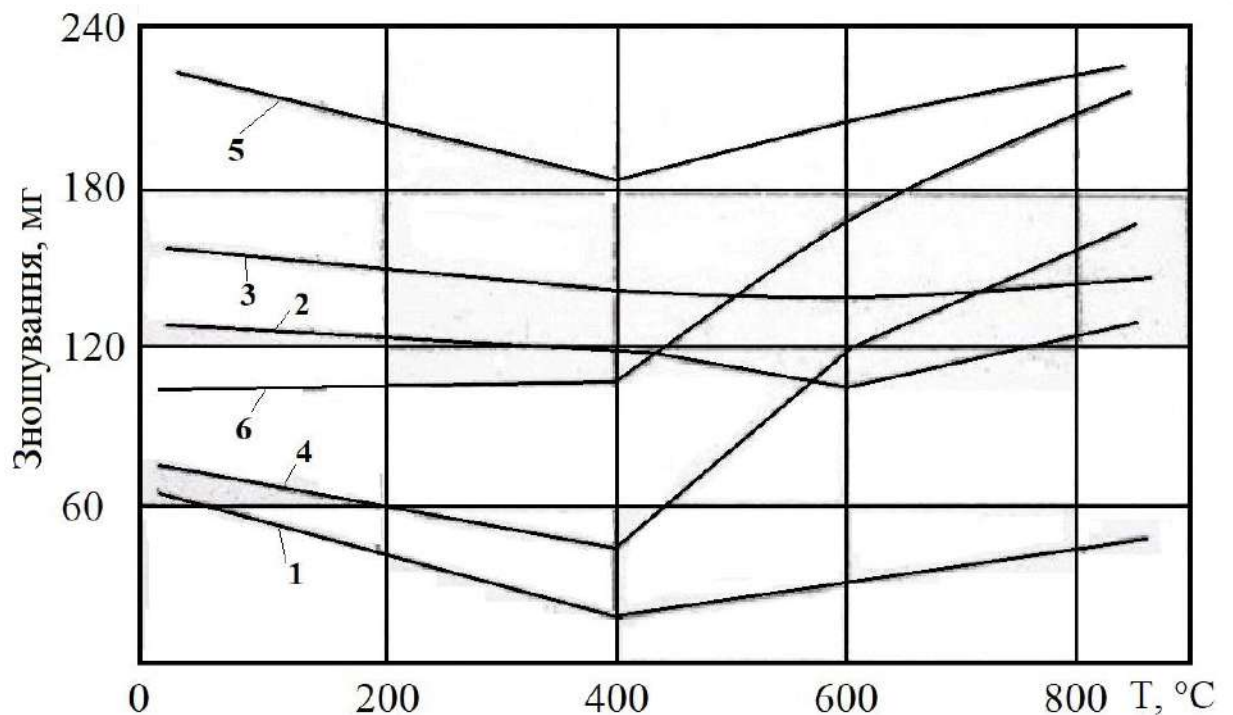
Як захисне середовище використовують флюс АН-348А. АН - 348А – є кислим флюсом марганцево-силікатного типу. Легує метал кремнієм і марганцем, тому може застосовуватися у поєднанні з безкремнистим зварювальним дротом. Призначений для механізованого зварювання та наплавлення конструкцій з низьковуглецевих нелегованих та низьколегованих сталей. Дає задовільно стабільну дугу за будь-якого роду струму. Формування валиків наплавленого металу дуже гарне. Великий вміст у флюсі вмісту  $\text{CaF}_2$  обумовлює підвищення стійкості наплавленого валика проти утворення пір за наявності іржі в зоні наплавлення і дає задовільно відокремлену шлакову кірку. Ця відокремленість значно погіршується, якщо в металі знаходиться ванадій, вольфрам і велика кількість хрому. Має темно-коричневий колір [15]. Відповідно до ДСТУ EN ISO 14174:2015 хімічний склад флюсу наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Хімічний склад флюсу АН – 348

Вміст елементів, % мас.								
$\text{SiO}_2$	$\text{MnO}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaF}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	S	P
41-44	34-38	до 6,5	5-7,5	до 4,5	4-5,5	$\leq 2$	<0,11	<0,12

Значний практичний інтерес становлять процеси відновлення та підвищення довговічності роликів рольгангів методом електродугового механізованого наплавлення, що останніми роками набули широкого поширення на вітчизняних металургійних заводах. Зношування роликів зазвичай нерівномірне і становить 10 мм і більше.

Виготовлено спеціальний верстат та розроблено технологію механізованого електродугового наплавлення роликів рольгангу. Верстат складається з передньої та задньої бабки.



1 – 3X2B8; 2 – X20H10Г6; 3 – 30 ХДСА; 4 – 30 ХГСА після поверхневого гарту; 5 – сталь 45; 6 – сталь 45 після поверхневого гарту.

Рисунок 2.2 – залежність зносостійкості наплавленого металу від температури випробування.

Кріплення роликів здійснюють у центрах верстата. Відстань між центрами 4500мм, висота центрів 400мм. На супорті верстата кріпиться головка наплавлення типу А-384 з касетою для дроту. Привід верстата здійснюється від

електродвигуна через гідравлічний варіатор, призначений для регулювання кількості обертів шпинделя. Подача флюсу, що прикриває зварювальну дугу в процесі наплавлення, повністю механізована. У бункер головки наплавлення флюс подається за допомогою механічного елеватора.

Підбору наплавних матеріалів слід привертати особливу увагу, оскільки від матеріалу залежить зносостійкість напавленої деталі. Максимальна зносостійкість при підвищених температурах забезпечується при напавленні дротом, що формує у напавленому шарі склад типу 3X2B8. Це видно із рис. 2.2 на якому представлено зносостійкість напавленого металу в широкому інтервалі температур [3].

### 2.1.2 Автоматичне напавлення під шаром флюсу порошковим дротом та стрічкою

У багатьох випадках виготовлення цільнотягнутого дроту з високолегованої сталі для отримання зносостійкого напавленого металу практично неможливе, або пов'язане з великими труднощами.

Порошковий дріт простий у виготовленні і є повноцінним замінником цільнотягнутим.

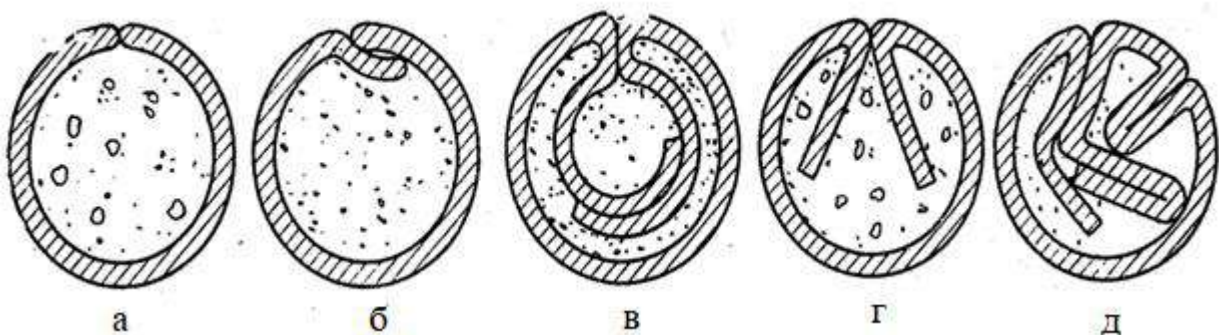
Для отримання оболонки порошкового дроту використовують стрічку з низьковуглецевої сталі, нікелю, міді чи інших м'яких металів. Сердечник складається з суміші тонкомолотих феросплавів, металів, карбідів, боридів, інтерметалідів та ін. До складу порошку сердечника вводять також розкислювачі та шлакоутворюючі компоненти, які покращують металургійний процес напавлення (в основному для самозахисних дротів).

Порошковий дріт виготовляють на спеціальних прямоточних багатобарабанных станах шляхом безперервного згортання в трубку стрічки з одночасним заповненням трубки сумішшю подрібнених компонентів і подальшого волочіння через фільтри з твердого сплаву або металокераміки зі зменшенням діаметра для запресування сердечника. Коефіцієнт заповнення порошкового дроту для наплавлення (відношення маси порошкового сердечника до маси оболонки зі стрічки) зазвичай не перевищує 40-50%. При більшому коефіцієнті заповнення потрібна тонка стрічка-оболонка та збільшення діаметра дроту. Такий дріт не має необхідної жорсткості, знімається і розкривається подавальними роликками [16].

На практиці застосовуються порошкові дроти трьох видів:

- для наплавлення під флюсом;
- в середовищі захисних газів;
- відкрита дуга в атмосфері (самозахисні).

На рис. 2.3 показано конструкції порошкових дротів. Конструкція дроту із щільним стиком (рисунок 2.3, а) відрізняється простотою виготовлення, але при тонкій оболонці та великих діаметрах дроту виникає небезпека висипання шихти осердя.



а-щільний стик; б-зі стиком внахлест; в, г, д - інші різновиди виготовлення дроту

Рисунок 2.3 – Конструкція порошкових дротів.

Цю конструкцію застосовують, коли для виготовлення дроту використовується стрічка товщиною 0,5-0,8 мм, а діаметр готового дроту не перевищує 3,6 мм, застосовується для механізованого наплавлення під флюсом [17].

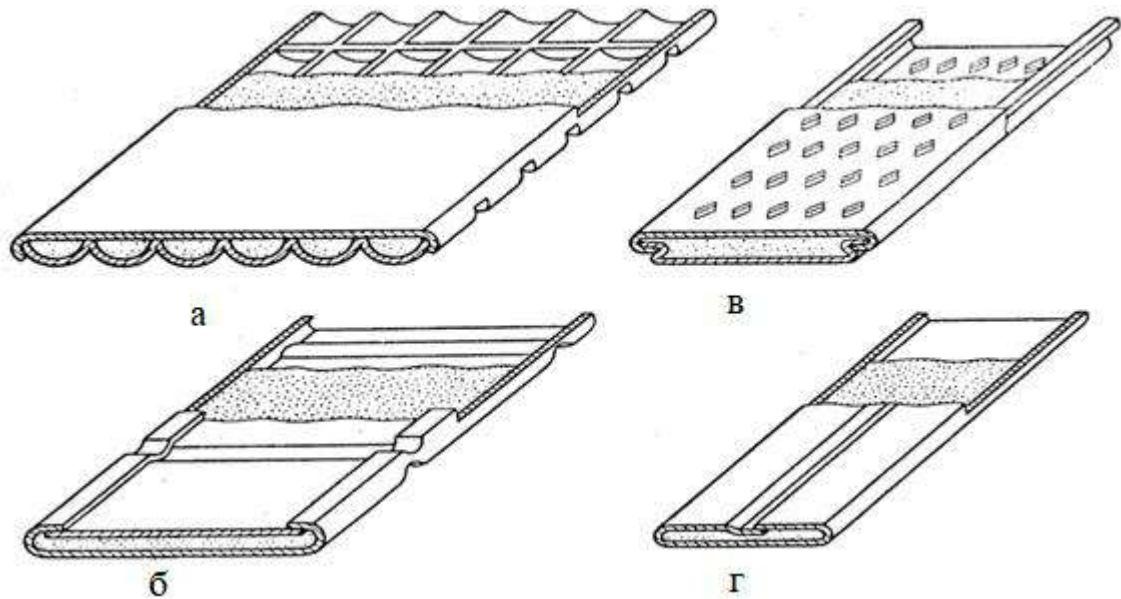
Більш технологічна конструкція дроту зі стиком внахлест (рисунок 2.3, б), проста у виготовленні, запобігає висипанню шихти, це важливо при напівавтоматичному напавленні, коли необхідно подавати дріт по довгих каналах-шлангах.

Також є інші розроблені різновиди виготовлення порошкових дротів. Якщо не потрібний високий коефіцієнт заповнення дроту, його виготовляють з великою часткою оболонки (рисунок 2.3, д).

Своє застосування для наплавлення знайшли порошкові стрічки (див. рис. 2.4), які мають низку переваг у порівнянні з дротом [17]:

- висока продуктивність наплавних робіт;
- мале проплавлення основного металу;
- велика ширина напавленого валика.

Спочатку її виготовляли безпосередньо напавним апаратом шляхом формування спеціальними роликками з одночасним заповненням оболонки відповідними порошкоподібними компонентами (рис. 2.4, а). Об'єднання операції виготовлення електрода та напавлення в одному агрегаті призвело до складної та ненадійної конструкції агрегату.



а - конструкція О.А. Башин; б - конструкція ТВПІ Стройдормаша; в, г - конструкція ІЕЗ ім. Є.О.Патона

Рисунок 2.4 – Порошкова стрічка.

Надалі порошкову стрічку виготовляли на спеціальних станах, забезпечених роликami для формування та завальцювання стрічки-оболонки. Стан має пристрій для ущільнення сердечника. Процес волочіння відсутній. На рисунку 2.4 б показана порошкова стрічка, що виготовляється зі звичайною шириною 40-50 мм. Стрічка показана на рисунку 2.4, в, г має порівняно невелику ширину (12-30 мм) і розрахована на великі коефіцієнти заповнення. За допомогою порошкової стрічки вирішуються завдання легування, які важко досяжні для порошкового дроту. Порівняно невелика ширина порошкової стрічки дозволяє рівномірно розподілити сердечник по перерізу, усуваючи його висипання, а необхідна ширина наплавленого шару досягається поперечним коливанням електрода при наплавленні [14].

Зварювальний дріт ПП-Нп-25Х5ФМС призначений для зносостійкого наплавлення під флюсом, шару інструментальної сталі на деталі, що працюють при підвищеній температурі та великих питомих тисках.

Безвольфрамовий метал, наплавлений порошковим дротом ПП-Нп-25Х5ФМС, має властивість опору до термічної втоми. Хімічний склад відповідно до ГОСТу 26101-84 наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Хімічний склад у % порошкового дроту ПП-Нп-25Х5ФМС

C	Si	Mn	S	P	Cr	V	Mo
0,20-0,31	0,8-1,3	0,4-0,9	≤0,04		4,7-6,0	0,3-0,6	1,0-1,5

Після наплавлення порошковим дротом, твердість становить близько 48 - 50 HRC.

Не менш важливу роль відіграють режими наплавлення, для різних діаметрів дроту вони різні (таблиця 2.6).

Значення ударної в'язкості напавленого металу за підвищених температур побічно підтверджують висновок про високий опір термічної втоми металу, напавленого порошковим дротом (таблиця 2.7) [18].

Таблиця 2.6 – Режими наплавлення (при випробуванні) порошкового дроту ПП-Нп-25Х5ФМС [18]

Діаметр, мм	I напл, А	Уд, В	Швидкість наплавлення, м/год
3,6	350-430	28-32	30-40
4,0	390-470	30-34	
5,0	470-550	32-36	
6,0	560-650	32-37	

Таблиця 2.7 - Властивості наплавленого металу ПП-Нп-25Х5ФМС

Термічна стійкість, кількість циклів	Втрата маси зразка, г	Твердість, HRC		Ударна в'язкість, Дж/см <sup>2</sup>		
		Температура				
		20	600	20	450	600
200	0,35	42-45	26-30	42	50	59

За результатами лабораторних досліджень та дослідно-промислових перевірок, виконаних в останні роки, було уточнено склади наплавленого металу та відповідно склади шихти порошкових дротів для наплавлення валків гарячої прокатки. Результати досліджень та практичний досвід дозволяють рекомендувати той чи інший з розроблених порошкових дротів для наплавлення сталевих прокатних валків.

### 2.1.3 Вибір способу наплавлення роликів транспортного рольгангу

Ролики транспортних рольгангів, які працюють у важких умовах абразивного зносу при підвищених температурах і динамічних навантаженнях, є типовим прикладом об'єктів, що зміцнюються наплавкою.

Одним з основних заходів, що проводяться з метою збільшення терміну служби роликів рольгангу, є наплавлення їх робочих поверхонь зносостійкими сплавами.

Наплавлення зношених поверхонь роликів рольгангу можливе декількома способами. При цьому можливе застосування ряду наплавних матеріалів, які

можуть забезпечити наплавленому шару практично будь-який хімічний склад і структуру. Однак автоматичне наплавлення під шаром флюсу наплавним і порошковим дротом характеризуються помітно нижчою продуктивністю. Тому, враховуючи масовість виробництва, перевагу слід віддати наплавленню порошковою стрічкою [19].

#### 2.1.4 Вибір матеріалу для наплавлення ролика транспортного рольгангу

Досвід ряду металургійних заводів країни, а також закордонний досвід дозволяють зробити висновок про те, що стійкість роликів рольгангу залежить від багатьох факторів, головними з яких є матеріали, що наплавляються, технологія наплавлення, склад шихти, різні змінні фактори при введенні транспортного процесу. В даний час немає єдиної думки про вибір матеріалів для наплавлення роликів рольгангу. Практика багатьох металургійних заводів не дозволяє зробити певних рекомендацій у цьому питанні, тому що умови роботи роликів рольгангу скрізь різні, так само як матеріали та технології, що застосовуються при наплавленні.

Процеси вибору матеріалів, матеріалу та способу наплавлення взаємопов'язані. Вибираючи спосіб, ми розглядали питання наявності на сучасному ринку передбачуваного наплавного матеріалу, прийнятних для обраного способу і, вибираючи тип наплавленого металу, оцінювали можливість наплавлення цим матеріалом для обраного способу.

Порошкова стрічка ПЛ-Нп-35В9Х3СФ застосовується для відновлення роликів транспортного рольгангу. Хімічний склад дроту згідно з наведеним в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Хімічний склад % мас. порошкової стрічки ПЛ-Нп-35В9Х3СФ

C	Cr	Mn	Si	V	W	S	P
0,27-0,40	2,2-3,5	0,6-1,1	0,2-1,0	0,2-0,5	8,0-11,0	≤0,04	

Мікроструктура наплавленого металу з порошкової стрічки ПЛ-Нп-35В9Х3СФ представлена на рисунку 2.5.

На рисунку видно дрібнозернисту структуру наплавленого металу. спостерігається вуглець у вигляді чорних плям. Велика кількість зміцнюючої фази: карбідів, так як у складі стрічки є карбідоутворюючі елементи хром, вуглець.

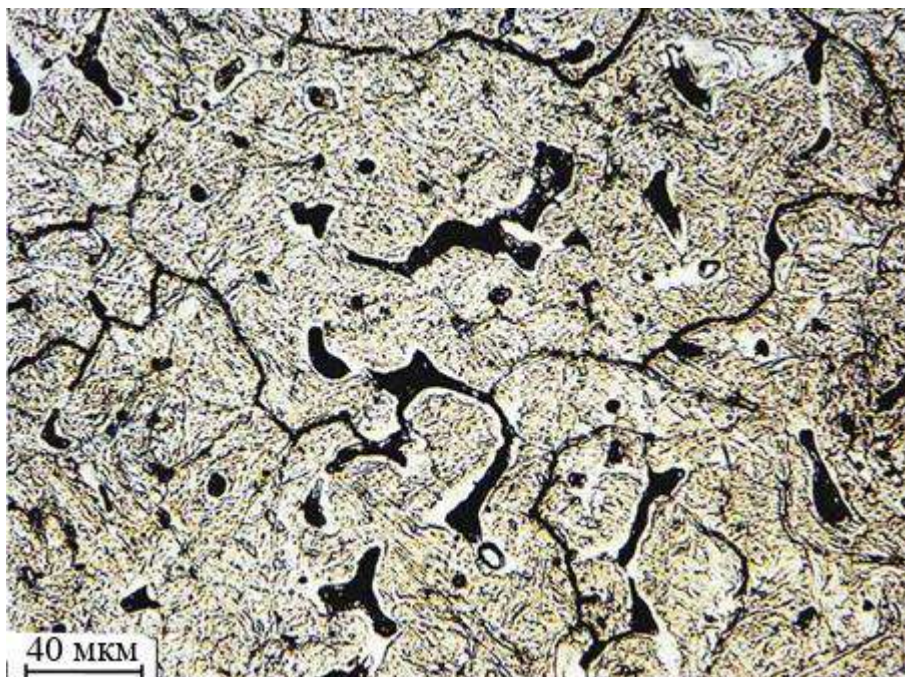


Рисунок 2.5 – Мікроструктура наплавленого металу (x500) ПЛ-Нп-35В9Х3СФ [18]

У процесі експлуатації встановлено, що оптимальна зносостійкість роликів досягається при дещо звуженому (порівняно з вимогами ДСТУ), інтервалі вмісту вуглецю та хрому в наплавленому металі. Для ПЛ-Нп-35В9Х3СФ вміст вуглецю в

наплавленому шарі має бути в інтервалі 0,33-0,37%, вміст хрому в інтервалі 2,8-3,2%.

Наплавлення зносостійкого шару виготовляється під флюсом АН-20 ГОСТ 9087-81. Застосування флюсу АН-20 змішаного з флюсом АНЦ-1 або АН-348А не допускається.

Стрічка повинна мати чисту поверхню, вільну від окалини, іржі, оливи та інших забруднень. Флюс для наплавлення має бути сухим і зберігатися в приміщенні, що забезпечує захист від прямого потрапляння в нього вологи.

Технічні характеристики порошкової стрічки наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики порошкової стрічки ПП-Нп-35В9Х3СФ [18]

Перетин, мм	Спосіб наплавлення (захист дуги)	Зварювальний струм
3x10	Флюс	Прямий струм, зворотна полярність

Наплавлення ведуть під шаром флюсу АН-20, який відноситься до низькокремністих безмарганцевих флюсів. Буває двох сортів: склоподібний та пемзоподібний.

Найкраще формування наплавленого металу забезпечує пемзоподібний флюс, а найбільшу стійкість проти утворення пір у наплавленому металі має склоподібний. Той і інший забезпечують високу стабільність горіння дуги змінного і постійного струму і гарну відокремлюваність шлакової кірки навіть при температурі нагрівання деталі, що наплавляється до 450°C при малому вмісті ванадію в наплавленому металі. Флюс має знижену в'язкість та температуру

плавлення близько 1060°C. Це ускладнює наплавлення циліндричних деталей малого діаметра.

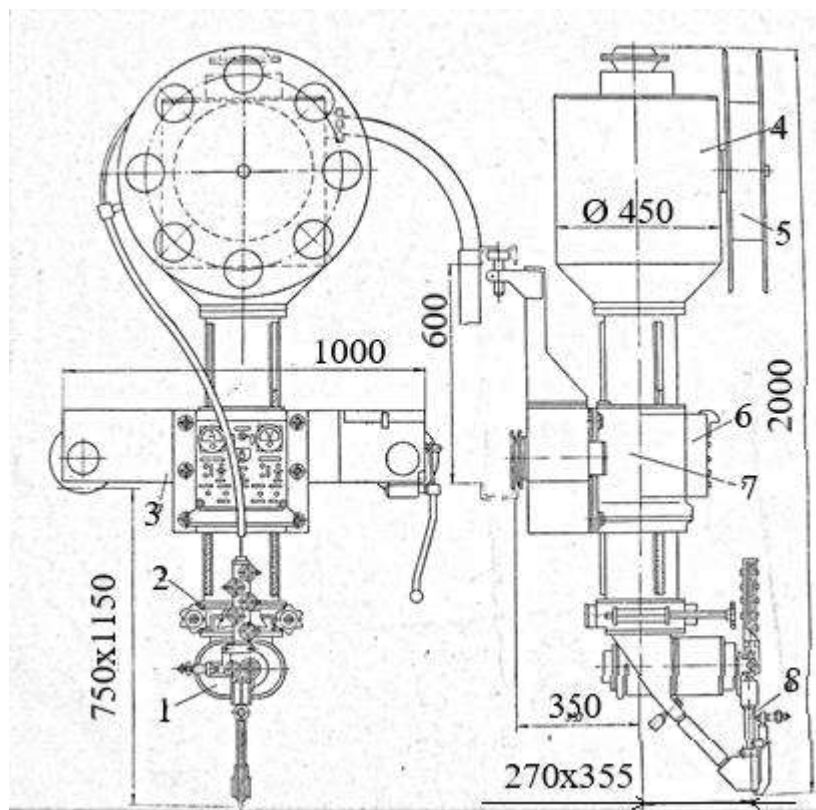
Відповідно до ДСТУ EN ISO 14174 хімічний склад флюсу АН-20 наведено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Хімічний склад % флюсу АН-20

Вміст, % мас.									
SiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	S	P
19-24	0,5	3-9	9-13	27-32	25-33	1	2-5	≤0,08	≤0,05

#### 2.1.5 Вибір обладнання для наплавлення ролика транспортного рольгангу.

Для наплавлення роликів рольгангу було обрано наплавну установку з наплавною головкою А-874 (рис. 2.6). Кріплення роликів здійснюють у центрах верстата. Відстань між центрами 4500мм, висота центрів 400мм. На супорті верстата кріпиться головка наплавлення типу А-874 з касетою для порошкової стрічки. Привід верстата здійснюється від електродвигуна через гідравлічний варіатор, призначений для регулювання кількості обертів шпинделя. Подача флюсу, що прикриває зварювальну дугу в процесі наплавлення, повністю механізована. У бункер наплавної головки флюс подається за допомогою механічного елеватора [3].



1 – механізм подачі; 2 – супорт; 3 – самохідний візок; 4 – флюсоапарат; 5 – котушка; 6 – пульт управління; 7 – механізм підйому; 8 – мундштук.

Рисунок 2.7 - Автомат А-874.

Технічні дані А-874:

- максимальний струм:
- змінний – 1000 А;
- постійний – 1500 А;

Розміри застосовуваних електродів:

- суцільний дріт – 3-6 мм;
- порошковий дріт – 2,0-3,5 мм;
- стрічка – 0,2-3мм×10-100мм;
- швидкість зварювання – 10-232 м/год –;
- швидкість наплавлення – 5-116 м/год;
- вертикальний хід голівки – 400 мм;
- напруга живильної трифазної мережі – 380В;

- ємність бункера з флюсом – 55дм<sup>3</sup>;
- габаритні розміри апарата, – 1100 мм ×810 мм ×2000 мм;
- вага – 285 кг.

В якості джерела живлення використовується пристрій ВДУ-1201. Зварювальний випрямляч ВДУ-1201 – це універсальний випрямляч з тиристорним управлінням. Його універсальність проявляється у здатності забезпечувати:

- зварювання покритими електродами;
- зварювання в середовищі захисних газів;
- зварювання порошковим дротом;
- зварювання під флюсом;
- повітряно-дугове різання.

Джерело живлення має як крутопадаючу так і жорстку зовнішню характеристику.

- технічні характеристики ВДУ-1201:
- номінальний зварювальний струм – 1250 А;
- споживана потужність – 118 кВт;
- межі регулювання зварювального струму – 300-1250 А;
- номінальна робоча напруга на затискачах випрямляча при номінальному струмі – 56 В;
- межі регулювання робочої напруги – 24-56 В;
- ККД – не менше 84,5 %;
- напруга холостого ходу не більше 85 В;
- габаритні розміри – 1350мм×850мм×1200мм;
- вага – 730 кг.

### **3 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ РОЛИКА ТРАНСПОРТНОГО РОЛЬГАНГУ**

Відновлення розміру бочки та шийки ролика проводиться наплавленням, ПЛ-Нп-35В9Х3СФ під флюсом АН-20 ГОСТ 9087-81. Наплавлення здійснюється на установці з головкою наплавлення А-874.

Послідовність виконання операції при наплавленні роликів наступна:

- підготовка роликів до наплавлення;
- нагрівання роликів перед наплавленням;
- наплавлення роликів;
- термічне оброблення наплавлених роликів;
- контроль якості.

#### **3.1 Підготовка роликів до наплавлення**

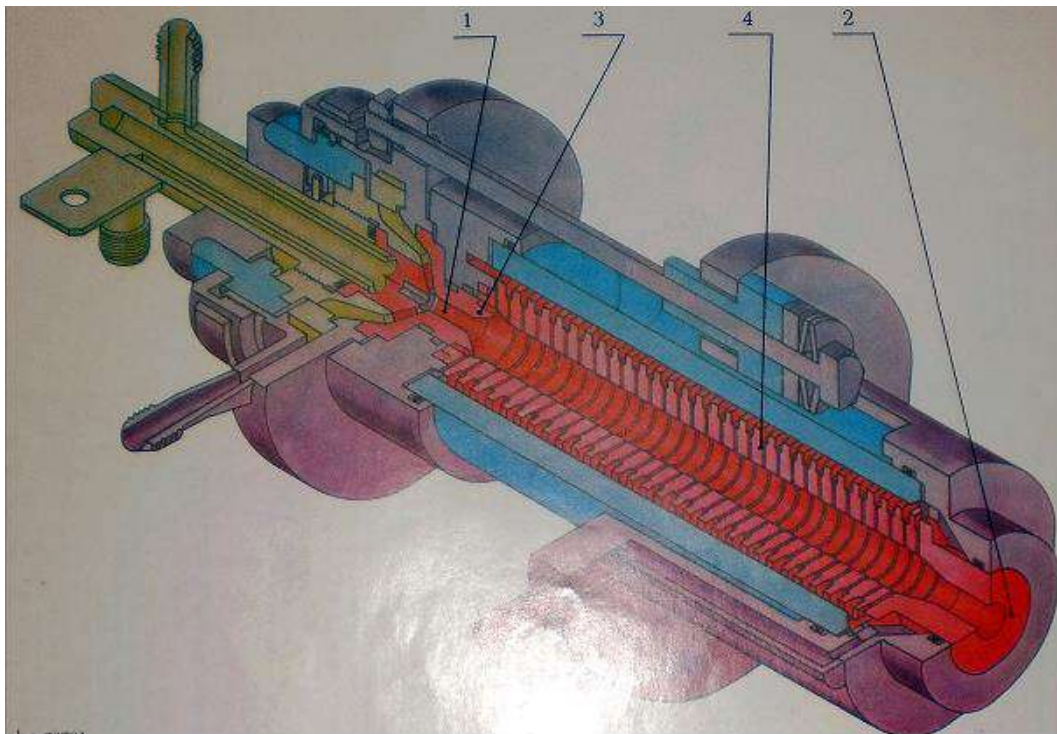
Робоча частина ролика проточується перед наплавленням до діаметра:

- бочка – 480 мм;
- шийка – 250 мм.

Перед проточкою зношених роликів перевіряється наявність тріщин на шийках. Тріщини виявляються зовнішнім оглядом. За наявності тріщин подальше використання роликів не допускається.

Зношені ролики проточуються до повного видалення раніше наплавленого шару і дефектів в основному металі - тріщини, вм'ятини, викошування, сітки розпалу по всій довжині наплавленої частини бочки.

Проточка здійснюється на спеціальному токарному верстаті. Ролик кріпиться між передньою та задньою бабкою. Для проточування поверхні ролика застосовується плазмотрон ЕДП-141 (рис.3).1) [20], його роль полягає у нагріванні поверхні бочки до температури 800 - 900°C. За таких умов показники твердості, границі міцності та границі плинності різко знижуються, це дає можливість збільшити швидкість проточки у кілька разів швидше, ніж за звичайних умов. Для проточки застосовується різець з металу ВК-8[21].



1 – катод; 2 – анод; 3 – електрод підпалу; 4 – міжелектродна секція.

Рисунок 3.1. - Електродуговий нагрівач газу (плазмотрон) ЕДП-141 потужністю до 150 кВт.

Технічні дані ЕДП-141[20]:

- робочий газ – аргон, повітря;
- витрата –  $2,5-5 \times 10^{-3}$  кг/с.

Тепловий ККД:

- на аргоні – 0,4 %;

- на повітрі 0,7 %;
- максимальний допустимий струм дуги 850 А;
- максимальна напруга на дузі – 20-220 В;
- матеріал аноду – мідь;
- матеріал катоду – вольфрам;
- тиск води –  $4-6 \times 10^5$  Н/м<sup>2</sup>;
- маса 12 кг.

За наявності одиночної тріщини ширина виточки на підставі повинна бути не менше 200 мм для забезпечення умов контролю. Розвал під кутом 30° до горизонталі. Якщо відстань між окремими тріщинами менше 200 мм, то виконується загальне для цих тріщин виточення. Мінімальна ширина виточення на основі 400 мм. Розвал під кутом 30° до горизонталі. При виявленні тріщини, що проникає за найменший допустимий діаметр, подальше використання ролика не допускається.

### 3.2 Нагрівання роликів перед наплавленням

Перед нагріванням ролика проводиться очищення бочки від нальоту, іржі та бруду за допомогою металевих щіток. Нагрівання роликів проводиться на стенді з індуктором.

При встановленні в індуктор необхідно дотримуватися таких умов:

1. Ролик знаходиться концентрично до обмотки індуктора. Зміщення не повинно перевищувати 20 мм.
2. Під тріфти роликів на опори укладається листовий азбест.
3. Залізні осердя індукторів встановлюють на відстані 30-40мм від поверхні бочки ролика. Якщо через недостатній діаметр ролика зазначена відстань не може

бути витримана, то сердечники встановлюються на більшій, але однаковій відстані від поверхні.

Усі індуктори на стенді вмикаються за однією схемою на однакову силу струму.

Температура попереднього підігріву становить 250°C, тривалість витримки повного підігріву – 5 год.

### 3.3 Наплавлення роликів

Відновлення розмірів ролика проводиться наплавленням, стрічкою ПЛ-Нп-35В9Х3СФ під флюсом АН-20. Наплавлення починають з найглибших кільцевих виточувань, після чого наплавляють решту бочки.

Наплавлення відбувається при постійному струмі зворотної полярності за такими режимами, зазначених у таблиці 3.3[22].

Таблиця 3.1 – Режими наплавлення роликів

Параметри	ПЛ-Нп-35В9Х3СФ 3x10мм
1. Швидкість наплавлення (обертання роликів), м/год	38–60
2. Швидкість подачі стрічки першого шару, м/год	37–49
3. Швидкість подачі стрічки наступних шарів, м/год	49–73
4.Зварювальний струм, А	350–430
5.Напруга на дузі	30–34
6. Крок наплавлення, мм	8,4–13

Продовження таблиці 3.1

7. Товщина наплавленого шару, мм	2,5–4,5
8. Марка флюсу	АН-20
9. Вид струму, полярність	Постійний струм зворотної полярності

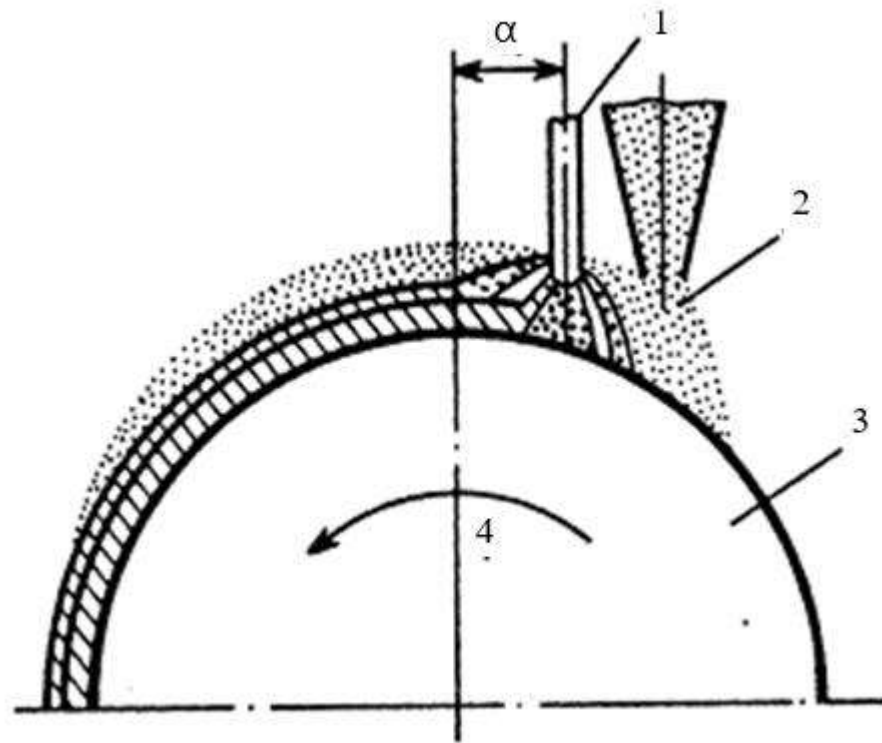
Контроль температури здійснювати по краях бочки та на відстані близько 150 мм перед наплавним апаратом.

У процесі наплавлення (рис. 3.2) температура підтримується багатofакельним газовим пальником, що розташований під роликом і має довжину не менше довжини бочки ролика.

Нагріті ролики слід захищати від протягів або різкого охолодження.

При нагріванні в процесі наплавлення ролик необхідно продовжувати обертати та нагрівати. У разі несправності механізму обертання ролик слід охолодити у термостаті.

У наплавленому шарі не повинно бути тріщин, пір, шлакових включень та напливів.



1 – стрічка; 2 – шар флюсу; 3 – ролик; 4 – напрямок обертання.

Рисунок 3.2 – Наплавлення ролика

При відновленні розмірів ролика дозволяється заварювання оброблених дефектів ручним дуговим зварюванням за допомогою електродів загального призначення.

Заварювання дефектів у зносостійкому шарі повинна проводитися відповідним зносостійким наплавним дротом.

Після закінчення наплавлення необхідно перевірити правильність профілю ролика за допомогою лінійки і за наявності пропусків або нерівностей необхідно заплавити їх. Діаметр бочки ролика після наплавлення повинен забезпечувати припуск на механічну обробку 2 - 4 мм на бік.

### 3.4 Термічне та механічне оброблення наплавлених роликів

Після закінчення наплавлення ролик витримується в печі за температури 400-450°C по всій довжині бочки та витримується при цій температурі не менше 5 годин. Нагрівання ролика до вищої температури не допускається.

Не пізніше 15 хвилин після закінчення витримки ролик переноситься в утеплений короб для сповільненого охолодження. Опора, на яку укладається ролик, має бути ізольована азбестом. Під коробом ролик охолоджується до температури, яка не перевищує 100°C.

Наплавлені ролики піддаються механічній обробці різцями з напайкою ВК-8 або шліфувальними електрокорундовими абразивами зернистістю 25-50 на бакелітовій зв'язці.

Після механічної обробки наплавлені бочки роликів піддаються УЗК або візуальному контролю з метою виявлення дефектів [21].

### 3.5 Контроль якості

При механічному обробленні та наплавленні роликів обов'язковому контролю підлягає[21]:

1. наявність тріщин на шийках та бочках роликів;
2. режим та температура нагріву роликів перед наплавленням;
3. режим наплавлення та температура ролика під час наплавлення;
4. режим нагрівання та охолодження (відпуск) ролика після наплавлення;
5. наявність дефектів на поверхні наплавленого ролика.

## 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДІЛЯНКИ

4.1 Технічне нормування технологічних операцій наплавлення ролика транспортного рольгангу

Для техніко-економічного обґрунтування наплавної ділянки, на якій наплавляють ролик транспортного рольгангу, складемо норму часу на кожну технологічну операцію та визначимо штучний час. Отримано наступні дані:

- Основний час на транспортування ролика та на його встановлення:  $t_1 = 1$  год;
- Час зачистки поверхні:  $t_2 = 1$  год;
- Зачищення під наплавлення - 0,5 год;
- зачищення після наплавлення (від шлаку) – 0,5 год;
- Час проточування  $t_3 = 4$  год;
- Час витрачений на наплавлення ролика  $t_4 = 35,5$  год;
- Час на термічне оброблення:  $t_5 = 10$  год;
- Попередній підігрів – 5 год;
- термічне оброблення після наплавлення печі – 5 год.

$$t_{шт.} = 1+1+3+10+35,5 = 50,5 \text{ год.}$$

### 4.2 Виробнича програма

Основою розрахунку наплавлювальної ділянки є виробнича програма наплавлення виробів у штуках. У цьому дипломному проекті здійснюється

наплавлення ролика транспортного рольгангу. Річна програма наплавлення  $N = 450$  штук. Розрахунок необхідних та купованих деталей наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Розрахунок необхідних та покупних деталей

Найменування виробів	Норма часу на одиницю виробу, нормо-годин	Виробнича програма	
		Одиниць	Нормо-годин
Ролик	50,5	450	22725
Усього	50,5	450	22725

#### 4.3 Розрахунок кількості устаткування, площі ділянки.

Режим роботи ділянки, що проектується:

робочий тиждень 40 год.;

тризмінний режим роботи;

плановий річний фонд часу роботи обладнання  $F_{\text{ном}} = 6240$  год.

Ефективний фонд роботи устаткування протягом року визначається за формулою:

$$F_{\text{уст.еф}} = F_{\text{ном}} (1 - K_{\text{п}}), \quad (4.1)$$

де  $K_{\text{п}}$  – коефіцієнт втрат часу на ремонт та обслуговування устаткування, приймається 3 – 10% від номінального фонду. Приймаємо  $K_{\text{п}} = 10\%$ .

$$F_{\text{уст.еф}} = 6240 \cdot (1 - 0,1) = 5616 \text{ год.}$$

Розрахунок кількості одиниць обладнання певного типу проводиться за формулою:

$$C_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot n_i}{F_{ef}^{об}}, \quad (4.2)$$

де  $m$  – кількість видів робіт;

$t_i$  - норма часу  $i$ -ої операції, год;

$N_i$  - річна програма  $i$ -го виробу, шт;

$F_{об.еф}$  - ефективний фонд роботи обладнання за рік, год.

Кількість наплавних установок дорівнює:

$$C_p = \frac{35,5 \cdot 450}{5616} = 2,84$$

Ухвалена кількість установок  $C_{п} = 3$ .

Коефіцієнт завантаження обладнання визначається за такою формулою:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{п}}, \quad (4.3)$$

де  $C_p$  - розрахункова кількість обладнання;

$C_{п}$  – прийнята кількість обладнання.

Для наплавних установок він дорівнює:

$$K_3 = \frac{2,84}{3} = 0,95$$

Необхідна кількість токарних верстатів. Токарний верстат працює 1 зміну, ефективний фонд роботи становить 1872 год. Необхідну кількість одиниць знаходимо за формулою:

$$C_p = \frac{4 \cdot 450}{1872} = 0,96$$

Приймаємо  $C_n = 1$

Коефіцієнт завантаження токарного верстата дорівнює:

$$K_3 = \frac{0,96}{1} = 0,96$$

Кількість необхідних печей для термічного оброблення знаходимо за формулою:

$$C_p = \frac{10 \cdot 450}{5616} = 0,8$$

Приймаємо  $C_n = 1$ .

Коефіцієнт завантаження печі дорівнює:

$$K_3 = \frac{0,8}{1} = 0,8$$

Розрахунок кількості обладнання, потужності та його вартості наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Розрахунок кількості обладнання, потужності та його вартості

Устаткування	Кількість обладнання, шт		Коефіцієнт завантаження	Потужність двигунів, кВт/год.	
	розрахунковий	прийнято		одиниці	усього
Устаткування для наплавлення	2,84	3	0,95	150	600
Токарний верстат	0,96	1	0,96	40	80
Індуктор	0,8	1	0,8	60	200
Усього	5,4	5	2,71	250	880

Вартість будівлі виробничого призначення визначають виходячи з обсягу, що визначається за прийнятою висотою прольоту, кількістю одиниць обладнання та питомої площі, займаної одиниці обладнання, вартістю 1 м<sup>2</sup> будівлі та ін.

При визначенні питомої площі, яку займає одиниця обладнання, необхідно враховувати додаткову площу (проходи, проїзди), що припадає на одиницю обладнання. Вартість 1 м<sup>2</sup> будівлі виробничого призначення приймаємо рівною 500 грн [22].

#### 4.4 Розрахунок кількості персоналу ділянки

Чисельність основних працівників на нормованих роботах наплавної ділянки за кожною професією визначається за такою формулою:

$$R_o = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot N_i}{F_{\text{еф}}^p}, \quad (4.4)$$

де  $F_{\text{еф}}^p = 5304 \text{ч.}$  – ефективний фонд роботи працівника на рік;

$m$  – кількість видів робіт;

$t_i$  - норма часу  $i$ -ої операції, год;

$N_i$  - річна програма  $i$ -го виробу, шт.

Кількість робочих, що наплавляють ролик дорівнює:

$$R_o = \frac{35,5 \cdot 450}{5304 \cdot 1,05} = 2,86$$

Приймаємо  $R_o$  наплавників = 3 чол. на зміну

Кількість токарів, що працюють на токарному верстаті, дорівнює:

$$R_o = \frac{4 \cdot 450}{1768 \cdot 1,05} = 0,96$$

Приймаємо  $R_o$  токарів = 1 чол. на зміну

Кількість робітників, що працюють на термічному обробленні ролика дорівнює:

$$R_o = \frac{10 \cdot 450}{5304 \cdot 1,05} = 0,80$$

Приймаємо  $R_o = 1$  чол. на зміну.

Чисельність додаткових робітників визначається за нормами обслуговування та за робочими місцями.

Для ділянки необхідні: 2 налагоджувачі - ремонтники, 2 електрики, 1 контролер.

Визначення потреби в ІТП здійснюється на підставі структури управління: 1 інженер-технолог, 1 майстер.

Для забезпечення нормального перебігу технологічного процесу наплавлення малого конуса потрібні робітники відповідних кваліфікацій.

Зведена відомість чисельності працівників наведена у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість чисельності працівників

Професія	Форма оплати працівника	Кількість працівників, чол.	За змінами					
			4	5	6	1	2	3
Слюсар	Погодинно-преміальна	1						
Наплавник		9	-	1	-	3	3	3
Токар		1	-	3	-	1	1	1
Шліфувальник		1	-	1	-	1	-	-
Терміст		1						
Разом		13	-	5	-	5	4	4
Налагоджувач	Погодинно-преміальна	2	-	-	2	1	1	-
Електрик		2	-	2	-	1	-	1
Контролер		1	1	-	-	1	-	-
Разом		5	1	2	2	3	1	1
Технолог	Штатно-окладна	1	-	-	-	1	-	-
Майстер		1	-	-	-	1	-	-

## Продовження таблиці 4.4

Разом			2	-	-	-	2	-	-
Усього			20		7	2	8	5	3

## 4.5 Матеріальні витрати

Розрахунок необхідних купованих деталей наведено у таблиці 4.5. Балансова вартість покупних виробів визначається сумою прејскурантної та транспортно-заготівельних витрат – 5%.

Таблиця 4.5.1 - Розрахунок вартості напівфабрикатів

Найменування напівфабрикатів чи виробів	Кількість деталей у виробі, шт	Вартість напівфабрикатів чи виробів, грн.	Річна програма прејскуранту	
			Кількість виробів, шт	Вартість виробів, млн. грн.
Ролик	1	120495	450	54,2

Балансова вартість напівфабрикатів  $54222750 \cdot 1.05 = 56933887,5$  грн.

Розрахунок потреби допоміжних матеріалів та їх вартість наведені у табл. 4.5.

Таблиця 4.5.2 - Розрахунок вартості допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу, марка	Норма витрат		Ціна за тонну матеріалу, грн.	Вартість на програму	
	На виріб, кг	На програму, т		Розрахункова, тис. грн	Балансова, тис. грн
ПЛ-Нп-35В9Х3СФ	235	59	28000	1652	1734
АН-20	470	117,5	5500	646,2	678,5
Разом					2412,5

#### 4.6 Вартість основних засобів

Вартість приміщення: із розрахунку 400 грн. за 1м<sup>2</sup>. Вартість приміщення площею 864 м<sup>2</sup> дорівнює 345 600 грн.

Розрахунок кількості обладнання, його вартості та потужності наведено в таблиці 4.6

Таблиця 4.6 - Розрахунок кількості обладнання, його вартості та потужності

Устаткування	Кількість обладнання, шт	Коефіцієнт завантаження	Ціна обладнання по прейскуранту, грн.	Потужність двигунів, кВт/год.

Продовження таблиці 4.6

	Розрахунковий	прийняте		Одиниці	Усього	одиниці	Усього
Устаткування для наплавлення	2,84	3	0,95	30000	90000	150	450
Токарний верстат	0,96	1	0,96	20000	20000	40	40
Індуктор	0,8	1	0,8	15000	15000	80	80
Разом		5	2,71		125000		570

Балансова вартість обладнання:

$$Q=125000 \cdot 1,15=143750 \text{ грн}$$

Балансова вартість цінного інструменту становить 5% від балансової вартості обладнання:

$$Q=143750 \cdot 0,05=7188 \text{ грн}$$

Балансова вартість виробничого інвентарю приймаємо 2% вартості устаткування, а господарського 30грн. на одного працівника.

$$Q=143750 \cdot 0,02+330=3205 \text{ грн,}$$

де 330 – вартість господарського інвентарю, грн.

Основні фонди ділянки та розрахунок амортизаційних відрахувань наведено у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Основні фонди ділянки їх структура та амортизаційні

Групи основних фондів	Балансова вартість, грн	Структура, %	Норма амортизації	Річні амортизаційні відрахування, грн.
Приміщення	345600	40	8	27648
Виробниче обладнання	143750	55,9	40	57500
Інструмент та пристрої	7188	2,8	40	2876
Виробничий інвентар	3205	1,3	40	1282
Разом	413343	100		82394

#### 4.7 Фонд оплати праці

Сума заробітної плати, що виплачується працівникам підприємства, утворює фонд заробітної плати. Річний фонд зарплати складається з тарифного фонду та доплат.

Тарифний фонд заробітної плати основних працівників – підрядників розраховується за такою формулою:

$$Z_{\text{пд.}} = \sum_{i=1}^m N_i \cdot P_i, \quad (4.5)$$

де  $n$  – кількість операцій технологічного процесу;

$P_i$  - розцінка на операцію розраховується за формулою:

$$P_i = c_i \cdot t_i, \quad (4.6)$$

де  $c_i$  – годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн;

$t_i$  - норма часу на  $i$ -у операцію, годину.

Розрахунок розцінок зведений у таблиці 4.8

Таблиця 4.8 – Розрахунок розцінок за операціями

Операція	Норма часу	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Розцінка
Наплавник	35,5	4	10,65	378,075
Токар	4	4	9,56	38,24
Слюсар	10	4	9,65	96,5
Разом	49,5			512,815

Отже річний тарифний фонд заробітної плати основних робітників складає:

$$Z_o = 512,815 \cdot 450 = 230766,75 \text{ грн.}$$

Заплановані доплати та додаткова зарплата – 50 % від тарифного фонду, що становить 115 383,4 грн.

Тарифний фонд заробітної плати допоміжних працівників – погодинників визначається за такою формулою:

$$Z_{\text{доп}} = C_1 \cdot K_{\text{тар.серед.}} \cdot F_{\text{еф}}^p \cdot R_{\text{доп}}, \quad (4.7)$$

де  $C_1$  – годинна тарифна ставка першого розряду, грн.;

$R_{\text{доп.}}$  - Чисельність допоміжних працівників, чол.;

$K_{\text{тар.серед.}}$  - Середній тарифний коефіцієнт:

$$K_{\text{тар.серед.}} = \frac{\sum_{i=1}^m k_i \cdot R_i}{R_D}, \quad (4.8)$$

де  $m$  - кількість розрядів допоміжних працівників, чол.;

$k_i$  - тарифний коефіцієнт  $i$ -го розряду;

$R_D$  – кількість допоміжних робітників  $i$ -го розряду.

$$K_{\text{тар.серед.}} = \frac{1,35 \cdot 1 + 1,55 \cdot 2 + 1,7 \cdot 2}{5} = 1,57$$

$$Z_{\text{доп}} = 8,56 \cdot 1,57 \cdot 1872 \cdot 5 = 125\,790,9 \text{ грн.}$$

Заплановані доплати та додаткова зарплата – 50% від тарифного фонду, що становить 62895,5

Розрахунок фондів заробітної плати ІТІ наведено в табл. 4.9.

Зведена відомість про заробітну плату всіх категорій працюючих, чисельність працівників та його середня зарплата наведено у табл. 4.10.

Таблиця 4.9 - Розрахунок фонду заробітної плати ІТП

Посада	Чисельність, чол.	Місячний оклад, грн.	Сума місячних окладів, грн.	Річний фонд, грн.
Майстер	1	1 600	1 600	19 200
Технолог	1	1 600	1 600	19 200
Разом	2	3200	3200	38 400
Премія, 50%	2	800	1 600	19 200
Усього	-	-	-	57 600

Таблиця 4.10 - Зведена відомість про роботу та заробітну плату

Категорія робітників	Кількість, чол.	Фонд заробітної плати, грн			Премії з прибутку, грн.	Середня зарплата за місяць, грн.	Фонд оплати праці, грн.	Відрахування на соціальні заходи, грн
		Тарифний фонд заробітної плати грн.	Доплати, Додаткова зарплата, премії, грн.	Усього, грн.				
Основні працівники	5	230766, 75	115383, 4	34615 0,14	51922,5	2 500,6	3980 72,6	114463,77

Продовження Таблиці 4.10

Допоміжні працівники	5	125790,9	62895,5	187686,4	28152,9	2200,1	21583,9,4	39783,58
ІТП	2	38 400	19 200	57 600	8 640	3200	66240	22464
Усього	12	394957,7	197478,9	591436,5	60591,6	7900,7	68015,2	176711,35

#### 4.8 Розрахунок собівартості продукції

Собівартість продукції випуску визначається всіма витратами протягом року за наступними статтями прямими та непрямими витратами.

##### А. Прямі витрати:

1. Основні та допоміжні матеріали;
2. Напівфабрикати та покупні вироби;
3. Тарифна заробітна плата основних працівників;
4. Доплати, допоміжна зарплатня, премії;
5. Нарахування на зарплату;
6. Паливо та енергія на технічні цілі;

##### Б. Непрямі витрати:

7. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання;
8. Загальновиробничі витрати.

Непрямі витрати визначаються упорядкуванням річних витрат, оскільки ці статті є комплексними.

Стаття 1 – Основні та допоміжні матеріали – 2412000,5грн.

Стаття 2 – Напівфабрикати та покупні вироби – 56933887,5 грн.

Стаття 3 – Основна заробітна плата основних працівників – 346 150,14 грн.

Стаття 4 – Додаткова заробітна плата основних робітників –187686,4 грн.

Стаття 5 – Відрахування на соціальні заходи – 176 711,35 грн.

Стаття 6 – Утримання обладнання та інших робочих місць:

Витрати на силову електроенергію знаходимо за такою формулою:

$$\begin{aligned} B &= S_k \cdot W, \\ B &= S_k \cdot W, \end{aligned} \quad (4.9)$$

де  $S_k = 0,616$  грн. - Вартість 1 кВт енергії;

$W$  – річні витрати електроенергії, що споживаються обладнанням:

$$W = \sum P_d \cdot F_{\text{еф}}^{\circ} \cdot \eta_z, \quad (4.10)$$

де  $\sum P_d$  – 165 кВт - сумарна потужність двигунів;

$F_{\text{еф}}^{\circ}$  – ефективний фонд роботи устаткування протягом року, год;

$\eta_z = 0,8$  – коефіцієнт завантаження устаткування за потужністю.

$$W = 580 \cdot 5616 \cdot 0,8 = 2605824 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

$$B = 0,616 \cdot 2605824 = 1605187,6 \text{ грн.}$$

Витрати на воду для виробничих цілей розраховуються за такою формулою:

$$B_{\text{води}} = S_{\text{води}} \cdot Q_v, \quad (4.11)$$

де  $S_{\text{води}} = 4,5$  грн. - Вартість  $1 \text{ м}^3$  технічної води.

$Q_{\text{в}}$  - річна витрата води  $\text{м}^3$ , визначається за формулою:

$$Q_{\text{в}} = \frac{d_{\text{б}} \cdot S \cdot F_{\text{еф}}^{\circ} \cdot \eta}{1000}, \quad (4.12)$$

де  $d_{\text{б}}$  – годинна витрата води на одній установці, л;

$S$  – кількість устаткування, припл.

$$Q_{\text{в}} = \frac{54 \cdot 3 \cdot 5616 \cdot 0,7}{1000} = 636,9 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{води}} = 4,5 \cdot 639,6 = 2865,8 \text{ грн.}$$

Витрати на аргон для нагрівання поверхні перед проточуванням:

– використання аргону –  $8 \text{ м}^3/\text{год}$ ;

–  $10 \cdot 100 \cdot 8 = 8000 \text{ м}^3$ ;

– вартість  $1 \text{ м}^3 = 28$  грн;

Тоді:

$$V_{\text{ацетилену}} = 8000 \cdot 28 = 224000 \text{ грн.}$$

Витрати на допоміжні матеріали приймаються у розмірі 1% від балансової вартості обладнання:

$$Z_{\text{доп}} = 0,01 \cdot 125000 = 1250 \text{ грн.}$$

Загальна сума за статтею 6 становитиме:

$$B = 1250 + 2865,8 + 224\,000 = 228115,8 \text{ грн.}$$

#### 4.9 Непрямі витрати

Непрямі витрати визначаються упорядкуванням річних витрат, оскільки ці статті є комплексними.

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання

Стаття 1 – Утримання та експлуатація обладнання.

Витрати на силову електроенергію знаходимо за такою формулою:

$$B = C \cdot W \cdot F_{\text{оеф}} \cdot K_3 \cdot K_s, \quad (4.13)$$

де  $C = 0,616$  грн. - Вартість 1кВт енергії;

$W = 570$  - потужність всього обладнання;

$F_{\text{оеф}}$  – ефективний фонд роботи устаткування протягом року, год.;

$K_3 = 0,8$  - коефіцієнт завантаження обладнання за часом;

$K_s=0,8$  – коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії у мережі.

$$B = 0,616 \cdot 570 \cdot 5616 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 1262009,5 \text{ грн.}$$

Разом по 1 статті: 1263259,4грн.

Стаття 2 – Тарифна заробітна плата, доплати, додаткова заробітна плата, премії допоміжних працівників, нарахування на заробітну плату:

– тарифна заробітна плата – 187686,4 грн.;

– доплати та премії – 91048,4грн.;

– нарахування на соціальне страхування – 39 783,58 грн.

Разом за 2 статтею: 318518,4грн.

Стаття 3 – Поточний ремонт обладнання та дорогих інструментів - 5% їх балансової вартості:

$$143750 \cdot 0,05 + (7188 + 3205) \cdot 0,05 = 7707,15 \text{ грн}$$

Стаття 4 – Амортизаційні відрахування:

–на обладнання = 57 500 грн.

–на інструменти = 4158 грн.

Загальні амортизаційні відрахування = 61 658грн.

Стаття 5 – Відрахування на відшкодування зносу малоцінних та швидкозношуваних інструментів. Приймається у розмірі 50% від балансової вартості (вартість 2% від балансової вартості обладнання) та становить 2875грн.

Стаття 6 – Інші витрати розраховуються у розмірі 5% від суми витрат за статтями 1-5 та становлять 137144,3грн.

Усі витрати за статтями 1-6 наведено у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 - Витрати на утримання та експлуатацію обладнання

Найменування статті витрат	Сума, грн
1. Утримання обладнання та робочих місць	
А Витрати силову електроенергію	1262009,5
Б витрати на воду для виробничих цілей	2865,8
В витрати на допоміжні матеріали	228115,8
2. Зарплата тарифна, додаткова зарплата, доплати, премії допоміжних працівників та нарахування на заробітну плату.	318518,4
3. Поточний ремонт обладнання та дорогих інструментів.	7707,15

Продовження таблиці 4.11

4. Амортизація виробничого обладнання та дорогих інструментів	61658
5. Відшкодування зносу малоцінних та швидкозношувальних інструментів	2875
6. Інші витрати	137144,3
Усього	2020893,95

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання на собівартість одиниці виробу розподіляють пропорційно до тарифної заробітної плати основних працівників за формулою:

$$B_C = \left( \frac{\sum B_o}{\sum Z_{тар}} \right) \cdot 100\%, \quad (4.14)$$

де  $\Sigma B_o = 2020893,95$  грн – сума витрат на утримання та експлуатацію обладнання;

$\Sigma Z_{тар} = 398072,6$  грн. - тарифний фонд заробітної плати основних робітників.

$$B_C = 2020893,95 / 398072,6 \cdot 100\% = 507,6\%$$

Розмір витрат на утримання та експлуатацію обладнання, що припадають на одиницю виробу, розраховується за формулою:

$$B_{од} = \frac{B_C}{100} \cdot \sum_i^b P_i, \quad (4.15)$$

де  $\sum_i^b P_i = 512,815$  грн.  $P_i$ .

$$B_{\text{од}} = \frac{507,6}{100} \cdot 512,815 = 2603,04 \text{ грн}$$

Стаття «Загальновиробничі витрати».

Стаття 1 – Зміст цехового персоналу:

Річний фонд заробітної плати ІТП = 57 600 грн.;

Відрахування на соціальні заходи ІТП = 22464 грн.

Разом: 80064грн.

Стаття 2 – Утримання приміщень та інвентарю. У цій статті розраховуються витрати на електроенергію для освітлення, воду на побутові потреби, пари для опалення, допоміжні матеріали.

Витрати на електроенергію для освітлення розраховуються за такою формулою:

$$B = \frac{Y \cdot F_{\text{осв}} \cdot S \cdot S_k}{1000}, \quad (4.16)$$

де  $S_k = 0,616$  грн – вартість 1 кВт електроенергії;

$F_{\text{осв}}$  - тривалість освітлення при 3х змінній роботі 3000 год.;

$Y$ -питома витрата ел. Енергії на освітлення 20Вт/м<sup>2</sup>;

$S$ -площа ділянки 864 м<sup>2</sup>;

$$B = \frac{20 \cdot 3000 \cdot 864 \cdot 0,616}{1000} = 23950,08 \text{ грн}$$

Витрати на воду для побутових потреб:

а - на господарсько-питні – 35 л/ос на добу

За годину витрачається кількість –  $\frac{35}{24} = 1.46$  л.

За рік на 12 робітників -  $1.46 \cdot 12 \cdot 1860 = 32587$  л.

б - на душ - 40 л на одного працівника за зміну.

Витрата води на душ за рік дорівнюватиме:  $40 \cdot 220 \cdot 12 = 105600$ л.

в - на вмивання – 5 л на одного працівника.

За рік на 35 робітників -  $5 \cdot 12 \cdot 220 = 13200$  л.

Усього споживається чистої питної води за рік:

$$32587,2 + 105600 + 13200 = 151387 \text{ л.}$$

Вартість питної води за 1000 л – 6 грн.

Тоді витрати на воду дорівнюватимуть:

$$441,556 \cdot 6 = 908,32 \text{ грн.}$$

Витрати на пару для опалення розраховуються за формулою:

$$Q_{\Pi} = \frac{d_T \cdot T_o \cdot V \cdot \Pi_{\Pi}}{540 \cdot 1000},$$

$$Q_{\Pi} = \frac{d_T \cdot T_o \cdot V \cdot \Pi_{\Pi}}{540 \cdot 1000}, \quad (4.17)$$

де:  $d_T = 14$  ккал/год – питома витрата тепла на 1 м<sup>3</sup> будівлі;

$\Pi_{\Pi} = 300$  грн/т – вартість енергоносія за тону;

$T_o = 4320$  - кількість годин в опалювальний період;

$V = 10\,368$  м<sup>3</sup> - обсяг будівлі.

$$Q_{\Pi} = \frac{14 \cdot 4320 \cdot 10368 \cdot 300}{540 \cdot 1000} = 275788,8 \text{ грн}$$

Витрати на допоміжні матеріали визначаються у розмірі 3% від балансової вартості приміщення та відповідно дорівнюють:

$$259200 \cdot 0.03 = 7776 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за статтею 2 становлять: 308423,12 грн.

Стаття 3 – Поточний ремонт приміщень та інвентарю. Витрати приймаються у розмірі 2% від балансової вартості приміщень та інвентарю, що становлять 5184 грн.

Стаття 4 – Амортизація приміщень та інвентарю:

Амортизація приміщень = 20736 грн.;

Амортизація інвентарю = 1282 грн.

Разом: 22018 грн.

Стаття 5 – Витрати на досліді, дослідження, раціоналізацію, винаходи приймаються у розмірі 200 грн. на одного працюючого і відповідно дорівнюють:

$$12 \cdot 200 = 2400 \text{ грн.}$$

Стаття 6 – Витрати на охорону праці на рік на одного працюючого становлять 300 грн., тоді:

$$12 \cdot 300 = 3600 \text{ грн.}$$

Стаття 7 – Інші витрати приймаються у розмірі 3% від суми витрат за статтями 1-6 та становлять: 12612,2 грн.

Дані щодо розрахунку загальновиробничих витрат зведено до таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 – Кошторис загальновиробничих витрат

Найменування статей витрат	Сума, грн
1.Зміст цехового персоналу	80064
2. Утримання приміщень та інвентарю	308423,1
3.Поточний ремонт приміщень та інвентарю	5184
4. Амортизація приміщень та інвентарю	22018
5. Витрати для проведення дослідів, досліджень	2400
6. Витрати охорону праці	3600
7. Інші витрати	12612,2
Усього	431301,3

Загальновиробничі витрати на собівартість окремих виробів розподіляються пропорційно до тарифної заробітної плати основних працівників:

$$\% O_{\text{пр}} = \frac{\sum O_{\text{пр}}}{\sum Z_{\text{тар}}} \cdot 100\%, \quad (4.18)$$

де  $\Sigma O_{\text{пр}} = 431301,3$  грн. - Сума загальновиробничих витрат за кошторисом.

$$\% O_{\text{пр}} = 431301,3398072,6 \cdot 100\% = 108,3\%$$

Розмір загальновиробничих витрат, що припадають на одиницю виробу, розраховується за формулою:

$$O_{\text{пр}}^{\text{вир}} = \frac{\% O_{\text{пр}}}{100} \cdot \sum_i^b P_i, \quad (4.19)$$

де  $\sum_i^b P_i = 512,815$  грн.

$$O_{\text{пр}}^{\text{вир}} = \frac{108,3}{100} \cdot 512,815 = 555,3 \text{ грн}$$

Після визначення витрат за всіма статтями необхідно скласти калькуляцію собівартості одиниці виробу. Калькуляція собівартості наведено у таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 - Калькуляція собівартості продукції

№	Найменування статей витрат	Витрати	
		на програму, грн	на одницю, грн.
1.	Допоміжні та основні матеріали	2412500	5361,1
2.	Тарифна заробітна плата основних працівників	398072,6	884,6
3.	Напівфабрикати та покупні вироби	56933887,5	126519,8
4.	Доплати, додаткова заробітна плата, премії основних працівників	115383,4	256,4
5.	Відрахування на соціальні заходи	176711,35	392,7
6.	Паливо та енергія на технологічні цілі	228115,8	506,9
7.	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	2020893,95	4490,8
8.	Загальновиробничі витрати	431301,3	958,5
9.	Адміністративні витрати	519225,2	1153,8
10.	Виробнича собівартість	63236090,8	140524,7
11.	Витрати на збут	1264721,8	1,83
12.	Повна собівартість	64500812,6	143335,1

Оптова ціна реалізації 1 відновленого ролика розраховується за такою формулою:

$$Ц_{\text{оптп}} = C_{\text{повн}} + П, \quad (4.20)$$

де  $C_{\text{повна}}$  - повна собівартість, грн

$П$  – прибуток, грн (норматив рентабельності 25%)

$$Ц_{\text{оптп}} = 143335,1 + 35833,775 = 179168,9 \text{ грн}$$

#### 4.10 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

Відносні показники розраховуємо за такими формулами:

Фондовіддача:

$$\Phi_{\text{від}} = \frac{C_{\text{п}} - \text{Вм.н.}}{\Phi_{\text{осн}}}, \quad (4.21)$$

де  $C_{\text{п}}$  – повна собівартість продукції за рік;

$\text{Вм.н.}$  – вартість напівфабрикатів та матеріалів;

$\Phi_{\text{осн}}$  – Вартість основних фондів.

$$\Phi_{\text{від}} = 64500812,6 - 59346387,5413343 = 6,2$$

Продуктивність роботи одного працівника:

$$E = \frac{C_{\Pi} - \text{Вм.н.}}{\sum K}, \quad (4.22)$$

де  $C_{\Pi}$  – повна собівартість продукції протягом року;  
 $\sum K$  – кількість працівників.

$$E = 64500812,6 - 59346387,520 = 286356,9 \text{ грн.}$$

Фондомісткість:

$$\Phi_{ем} = \frac{\Phi_{осн}}{C_{\Pi} - \text{Вм.н.}} \quad (4.23)$$

$$\Phi_{ем} = 41334364500812,6 - 59346387,5 = 0,08 \text{ грн.}$$

У таблиці 4.14 наведено техніко-економічні показники наплавної ділянки.

Таблиця 4.14 Техніко-економічні показники

Показники	Одиниця виміру	Показники
1.Річний випуск продукції:	шт. компл.	450
- за кількістю		
- за трудомісткістю	Годинник	22725
2.Виробнича площа ділянки	м2	864м2
3. Вартість основних фондів	грн.	413343
4. Чисельність працівників	чол.	20
-Основних	чол.	12
-Допоміжних	чол.	6

Продовження таблиці 4.14

-ІТР	чол.	2
5. Загальний фонд заробітної плати	грн.	680152
6. Середня заробітна плата працівників	грн.	2225,75
7. Продуктивність роботи працівника	Грн.	429535,4
8. Фондовіддача	Грн./чол.	6,2
9. Коефіцієнт завантаження обладнання	Грн./грн.	0,9
10. Фондоємність	Грн.	0,08
11. Собівартість одиниці виробленої продукції:	Грн./шт	143335,1
12. Економічний ефект	Грн.	821301,75

Визначення економічного ефекту від впровадження технології наплавлення роликів рольгангу.

Розрахунок економічного ефекту для обладнання довготривалого використання проводиться за формулою:

$$E = \left[ 3_1 \cdot \frac{P_1 + \epsilon_H}{P_2 + \epsilon_H} - 3_2 \right] \cdot A_2, \quad (4.24)$$

де  $P_1 = 1 / T_1$ ,  $P_2 = 1 / T_2$ ;  $T_1$ ,  $T_2$  - термін служби до і після наплавлення, рік;

$$P_1 = \frac{1}{3} = 0,33; \quad P_2 = \frac{1}{4,5} = 0,22;$$

$A_2 = 450$  - річний обсяг продукції;

$3_1$  – наведені витрати на одиницю продукції за базовим варіантом, грн.;

$$3_1 = B_1 + E_H \cdot K_1 \text{ ПІТ} \quad (4.25)$$

де  $B_1 = 138651,3$  – собівартість одиниці виробленої продукції за базовим варіантом, грн.;

$Z_2$  – наведені витрати на одиницю продукції за новим варіантом, грн.;

$$Z_2 = B_2 + E_H \cdot K_2 \text{ ПТ} \quad (4.26)$$

де  $B_2$  – собівартість одиниці виробленої продукції за новим варіантом, грн.;

$K_{1,2}$  ПТ – питомі капітальні вкладення, грн.;

$E_H = 0.15$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності;

$$Z_1 = 138651,3 + 0,15 \cdot 137,85 = 140347,3 \text{ грн}$$

$$Z_2 = 143335,1 + 0,15 \cdot 137,85 = 143338,2 \text{ грн}$$

$$E = 140347,3 \cdot 0,29 + 0,150,25 + 0,15 - 143338,2450 = 821301,75 \text{ грн.}$$

Отже, отриманий економічний ефект 821301,75 грн. показує, що технологія відновлення ролика транспортного рольгангу, запропонована дипломному проекті економічно ефективна.

Враховуючи показники ціна-якість, електродугова наплавка ролика транспортного рольгангу конкурентно здатна.

Рекомендовано використовувати цю технологію у виробництві.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У проєкті розроблено технологію відновлення роликів транспортного рольганга методом електродугового наплавлення.

### 5.1 Аналіз потенційних небезпек

При наплавленні працівник може зазнавати впливу наступних видів травм:

- можливість ураження електричним струмом через порушення правил електробезпеки, несправне обладнання;
- вплив шкідливих електромагнітних полів, характерних для зварювальних машин, що працюють при високих силах електричного струму;
- можливість механічного травмування внаслідок падіння заготовок, інструменту, захаращеність робочого місця;
- опіки відкритих ділянок тіла через розбризкування металу, мимовільне торкання нагрітих деталей;
- отруєння зварювальними газами газом у разі порушення герметичності системи подачі газу;
- негативний вплив на органи зору (електроофтальмія) через ультрафіолетове випромінювання;
- недостатнє освітлення робочого місця через вихід з ладу освітлювальних приладів, неправильне проектування освітлення;
- підвищена загазованість робочого місця через вигорання наплавних матеріалів;

- підвищена запиленість на робочому місці через вихід з ладу або неправильне проектування системи витяжної вентиляції;
- можливість загорянь через порушення правил пожежної безпеки;
- неправильна дія персоналу під час надзвичайних ситуацій.

5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки обладнання та технологічних процесів.

Згідно вимог НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» для безпечного проведення робіт необхідно виконати наступні організаційні заходи: (п. 6.1.1) - призначити працівників, відповідальних за безпечне проведення робіт; - видати наряд або розпорядження; - видати дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск; - підготувати робочі місця та забезпечити допуск до роботи; - забезпечити нагляд при виконанні робіт; - при необхідності, організувати переведення на інше робоче місце; - забезпечити оформлення перерв у роботі та порядок її закінчення. До основних заходів захисту людини від ураження електричним струмом, відносять: - забезпечення неможливості випадкового дотику до струмоведучих частин, що перебувають під напругою; - електричний розподіл мережі; - усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, кожухах та інших частинах електроустаткування, що досягається захисним заземленням, зануленням і захисним відключенням; - використання малих напруг; - захист від випадкового дотику до струмоведучих частин кожухами, огороженням або подвійною ізоляцією; - захист від небезпек можливих при переході напруги з вищої сторони на нижчу; - контроль і профілактика пошкоджень ізоляції; - компенсація ємнісної складової струму замикання на землю; - застосування спеціальних електрозахисних засобів,

блокувань, сигналізації та запобіжних пристроїв; - організація безпечної експлуатації електроустановок.

### 5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.

Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці визначаються відповідно до вимог Державних санітарних норм і правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», зареєстрованих МЮ України 06.05.2014 р. за № 472/25249, з урахуванням виявлених, в процесі аналізу потенційних 44 небезпек, небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Санітарний клас виробництва і розміри його санітарно-захисної зони визначаються з урахуванням наявних шкідливих виробничих факторів, згідно вимог ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів». Параметри мікроклімату і чистоти повітря визначають згідно вимог ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», в залежності від категорії фізичних робіт, для певних робочих місць (постійних і непостійних). Постійне робоче місце – це місце, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно. Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, то постійним робочим місцем вважається вся ця зона. Непостійне робоче місце – це місце, на якому працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно. Необхідно враховувати, що: - для постійних робочих місць визначаються оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в холодний та теплий період року; - для непостійних робочих місць визначаються тільки допустимі параметри мікроклімату в холодний та теплий період року. - в холодний період року на

постійних робочих місцях: температура оптимальна 18-20 °С, допустима 17-23 °С; відносна вологість: оптимальна 40-60 %, допустима 75 %; швидкість переміщення повітря: оптимальна не більше 0,2 м/с, допустима не більше 0,3 м/с; - в холодний період року на непостійних робочих місцях допустима температура: 15-24 °С; допустима відносна вологість: 75 %; допустима швидкість переміщення повітря: не більше 0,3 м/с; - в теплий період року на постійних робочих місцях: температура оптимальна 21-23 °С, допустима 18-27 °С; відносна вологість: оптимальна 40-60 %, допустима 40-60 %; швидкість переміщення повітря: оптимальна не більше 0,3 м/с, допустима не більше 0,2-0,4 м/с; - в теплий період року на непостійних робочих місцях допустима температура 17-29 °С; допустима відносна вологість: 65 % 45 при температурі 26 °С; допустима швидкість переміщення повітря: 0,2-0,4 м/с. Далі, відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», визначається оптимальний склад і тип систем вентиляції, кондиціонування та опалення, які забезпечують підтримку передбачених параметрів мікроклімату і чистоти повітря. Наприклад. Ці параметри забезпечуються системами загальнообмінної й місцевої вентиляції та опалення, відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Для опалення виробничих приміщень в холодну пору року, згідно ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» передбачена система центрального опалення, за допомогою повітряних опалювальних установок. При необхідності, передбачається колективний та індивідуальний захист від впливу шкідливих речовин, які знаходяться в повітрі. Захист від шкідливих газів, паро- та пило-виділень передбачає обладнання місцевої витяжної вентиляції для відсосу отруйних речовин безпосередньо від місць їх утворення. Місцеві відсоси влаштовують конструктивно вбудованими та зблокованими з обладнанням так, що агрегат не можна запустити при виключеному відсосі. - при роботі з отруйними і забруднюючими речовинами

використовують спецодяг – комбінезони, халати і фартухи; - для захисту від лугів і кислот – гумове взуття і рукавички; - для захисту шкіри рук, обличчя та шиї застосовують захисні пасти: антитоксичні, маслостійкі та водостійкі; - очі від можливих опіків і подразнень захищають окулярами з герметичною оправою, масками та шоломами; - для захисту органів дихання використовують фільтруючі та ізолюючі прилади (протигази і респіратори).

Таблиця 5.1 – Допустимі норми температури, вологості та швидкості руху повітря на робочому місці.

Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/с	Температура повітря на робочому місці, °С
Середній тяжкості	17 – 23	75	0,1 - 0,3	13 – 23

Таблиця 5.2 – Метеорологічні умови у робочому приміщенні цеху

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Холодний період	Середній тяжкості	18 – 20	60 - 40	0,2
Теплий період	Середній тяжкості	21 – 23	60 - 40	0,2

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях наведено у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях

Молибден, мг/м <sup>3</sup>	Окис вуглецю, мг/м <sup>3</sup>	Окис заліза, мг/м <sup>3</sup>	Хромовий ангідрид, мг/м <sup>3</sup>
2	20	4	0,01

Для зменшення концентрації шкідливих речовин на робочих місцях до гранично допустимих, застосовані місцеві відсмоктувачі (витяжні панелі та фільтровитяжні агрегати, витяжні шафи та ін.) згідно зі СНиП 2.04.05-91 «Будівельні норми. Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Кількість повітря, що вилучається витяжною парасолькою, визначаємо за формулою:

$$L = a \cdot b \cdot V \cdot 3600 \text{ (м}^3\text{/год)}, \quad (5.1)$$

де  $V$  – швидкість повітря, що вилучається у площі перерізу краєм парасольки (приймальний отвір парасольки) м/с;

Середня швидкість руху забрудненого потоку повітря в приймальному отворі парасольки має бути:

$V = 1,05 - 1,25$  м/с – парасолька відкрита з 4х сторін;

$V = 0,75 - 0,9$  м/с – парасолька відкрита з 3х сторін;

$V = 0,75 - 0,9$  м/с – парасолька відкрита з 2х сторін;

$V = 0,5 - 0,75$  м/с – парасолька відкрита з першого боку;

$$L = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 2160 \text{ м}^3/\text{год.}$$

3. Наплавникам доводиться виконувати операції, що розрізняються за точністю зорової роботи: розмітку, читання креслень, наплавлення, механічну обробку, хіміко-термічну обробку, контроль наплавлених сполук та ін. Наявність джерел підвищеної яскравості викликає необхідність частої переадаптації зору: щоразу перехід, що виконуються без щитка (захисних окулярів), до наплавлення, що виконується обов'язково із захисними окулярами.

Відповідно до СНиП 11-4-79 «Природне та штучне освітлення. Норми проектування» проектування природного та штучного освітлення здійснюється з урахуванням особливості технологій та габаритів ділянки. У виробничих одноповерхових приміщеннях з висотою 6 м природне освітлення – верхнє природне, штучне освітлення – система загального освітлення, світильники вбудовані в стелю.

Рівні, що висвітлюються наплавними роботами, встановлені відповідно до чинних нормативних документів і складають 150 лк, для забезпечення загального освітлення та для освітлення підсобних приміщень згідно з СНиП 11 – 4 – 79 «Природне та штучне освітлення. Норми проектування». Для освітлення наплавної ділянки використовуємо люмінесцентні лампи, які, незважаючи на свої недоліки, мають ряд переваг:

- значна світловіддача (в 5-7 разів більше ламп розжарювання);
- великий термін служби (6-14 тисячі годин).

Рекомендовано використовувати лампи типу ДРЛ потужністю ~ 250 Вт з розрахунку 1 лампи на 5-6 м<sup>2</sup> виробничої площі.

#### 5.4 Заходи щодо пожежної безпеки

Заходи з пожежної безпеки визначаються відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Категорію виробництва за пожежною небезпекою (А, Б, В, Г, Д) споруд (приміщень) цеху (ділянки, підстанції) визначають на основі аналізу речовин і матеріалів, що використовуються у виробництві, відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» і СНиП 2.09.02-85\* «Производственные здания». Відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки та вимогами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», визначають ступінь вогнестійкості приміщення цеху (дільниці, підстанції). Шляхи евакуації працівників на випадок пожежі (переходи, евакуаційні виходи) передбачають згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». 58 Максимальну відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу визначають згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85\* «Производственные здания». Відповідність обладнання, силових і освітлювальних мереж вимогам пожежної безпеки в першу чергу залежить від відповідності ступеня захисту їх оболонок (ІР) класу пожежонебезпечної зони (П-І, П-ІІ, П-ІІа и П-ІІІ) визначених згідно НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок». Засоби виявлення займань та пожеж передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту». В даний час можуть використовуватися: - охоронно-пожежна сигналізація (ОПС) неадресного типу; - порогова охоронно-пожежна сигналізація; - адресно-порогова охоронно-пожежна сигналізація. Наприклад. Для побудови неадресної пожежної сигналізації в інтегрованій системі охорони «Оріон» можна застосувати наступні приймально-

контрольні прилади з контролем радіальних шлейфів сигналізації: - «Сигнал-20П»; - «Сигнал-20М»; - «Сигнал-10»; - «С2000-4». Всі прилади, за винятком «Сигнал-20П», можуть працювати в автономному режимі. Для організації пожежної сигналізації, зазвичай в системі застосовується мережевий контролер – пульт «С2000М» (або «С2000»). Пульт може виконувати функції відображення подій, що відбуваються в системі, управління реле. Залежно від типу підключених пожежних сповіщувачів, при програмуванні конфігурацій приладів шлейфам може бути присвоєно один з типів: - пожежний димовий з розпізнаванням подвійного спрацювання; - пожежний комбінований однопороговий; - пожежний тепловий двопороговий.

59 Охоронно-пожежна сигналізація неадресного типу – «PERCoPU01» влаштована на неадресних (порогових) датчиках. Обладнання розраховане на цілодобову роботу і відповідає необхідним вимогам пожежної безпеки. До складу системи ОПС входить панель PERCo-PU01 1-01, блок управління і індикації PERCo-AU02 1-01 та програмне забезпечення PERCo-S-20. Панель PERCo-PU01 1-01 системи ОПС призначена для прийому сповіщень від шлейфів сигналізації з пожежними та охоронними сповіщувачами або інших приладів, перетворення сигналів, видачі сповіщень про пожежу і/або проникненні з включенням оповіщення та інших виконавчих пристроїв і передачі сповіщень на пульт централізованого спостереження. Система ОПС на неадресних (порогових) сповіщувачах PERCoPU01 дозволяє: - контролювати стан пожежних, охоронних шлейфів сигналізації; - видавати повідомлення про пожежу та/або проникненні на блоці індикації; - включати систему оповіщення та інші виконавчі пристрої комплексної системи безпеки; - передавати повідомлення на Пульт централізованого спостереження, якщо він передбачений проектом. Разом із системою ОПС можуть працювати такі види охоронних датчиків, як: - інфрачервоні, що реагують на рух; - магнітоконтатні, що реагують на розмикання дверей; - акустичні, що реагують на розбивання скла. Порогова охоронно-пожежна сигналізація – «PERCo-PU01» може працювати як автономно, так і в

складі комплексної системи безпеки PERCo-S-20 спільно з відеоспостереженням, контролем доступу і системою підвищення ефективності управління. Істотно розширюються можливості по управлінню обладнанням і обробці інформації, що надходить - при наявності модулів «Моніторинг» або «Центральний пост» на моніторі охоронця автоматично видається інформація про пожежу із зазначенням місця його виникнення на графічному плані підприємства. В охоронюваних приміщеннях встановлюються порогові пожежні або охоронні сповіщувачі, які об'єднуються в шлейфи сигналізації і підключаються до панелі PERCo-PU01 1-01.

Для побудови адресно-порогової пожежної сигналізації «Оріон» 60 застосовуються: - приймально-контрольний прилад «Сигнал-10» з адресопороговим режимом шлейфів сигналізації; - димовий оптико-електронний пороговий-адресний сповіщувач «ДПП-34ПА»; - тепловий максимально-диференційний порогового-адресний сповіщувач «С2000-ІП-ПА»; - ручний порогового-адресний сповіщувач «ІПР 513-3ПА». Адресно-порогова ПС з використанням приладу – «Сигнал-10». При підключенні зазначених сповіщувачів в один адресно-пороговий шлейф «Сигнал-10», може підключатися до 10 адресних сповіщувачів, кожен з яких здатний повідомляти за запитом приладу свій поточний стан. Прилад здійснює періодичне опитування адресних сповіщувачів, забезпечуючи контроль їх працездатності та ідентифікації несправного сповіщувача або такого, що викликає сумнів. «Сигнал-10» сприймає такі типи повідомлень від адресних сповіщувачів: «Норма», «Запилений, потрібне обслуговування», «Несправність», «Пожежа», «Ручна пожежа», «Тест», «Відключення». Кожен адресний сповіщувач розглядається як додаткова адресна зона приладу. При роботі приладу спільно з мережевим контролером кожен адресу зону можна зняти з охорони і взяти на охорону. При взятті на охорону або зняття з охорони порогового-адресного шлейфу автоматично знімаються або беруться ті адресні зони, які належать шлейфу. При цьому адресні зони, які не мають прив'язки до шлейфу, при взятті або зняття порогового-адресного шлейфу

не змінюють свого стану. Системи пожежного водопостачання, автоматичного пожежогасіння та первинні засоби пожежогасіння передбачаються з урахуванням особливостей пожежної небезпеки кожного виробництва. Системи пожежного водопостачання передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація частина I. Проектування. Частина II. Будівництво», ДБН В.2.5- 74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» і

ДБН В.2.5 - 75:2013 «Каналізація зовнішні мережі та споруди». Системи автоматичного пожежогасіння передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту». Первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники різних видів) б1 передбачаються згідно вимог «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», зареєстрованих МЮ України 23.02.2018 г. за № 225/31677, в залежності від площі приміщення і класу пожежі (найбільш ймовірного). Ступінь вогнестійкості основних будівельних конструкцій наведено у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Ступінь вогнестійкості будівель та споруд

Основні будівельні конструкції	Ступінь вогнестійкості II	
	Група займистості	Межа стійкості, год
Несучі стіни та колони	Незгоряння	2,0
Плити, перегородки та інші несучі конструкції	Незгоряння	0,75
Внутрішні перегородки, сходові клітини	Важкозаймисті	0,25
Протипожежні стіни	Незгоряння	2,5

Перед початком роботи зварювальнику треба перевірити справність зварювальної апаратури, підготовленість робочого місця у протипожежному відношенні: наявність засобів пожежогасіння, внутрішніх пожежних кранів, піску, вогнегасників. Якщо робоче місце не підготовлено, до робіт приступати не можна.

Особи, які не здали випробування зварювальних робіт, а також не пройшли попередньої перевірки знань ними правил пожежної безпеки, до виконання зварювальних робіт, навіть тимчасових, не допускаються.

Також, для збільшення безпеки, на ділянці, що проектується, використані сигнальні кольори та знаки безпеки відповідно до ГОСТ 12.4.026-2001 «Система стандартів безпеки праці. Кольори сигнальні, знаки безпеки та сигнальна розмітка. Призначення та правила застосування. Загальні технічні вимоги та характеристики. Методи випробувань».

## 5.5 Заходи з цивільної оборони

Способи та засоби захисту, що дозволяють значно скоротити втрати в людях при надзвичайних ситуаціях техногенного (природного) характеру та підвищити стійкість роботи промислових підприємств можуть виявитися ефективними тільки в тому випадку, якщо підготовка до їх застосування та використання буде проведена заздалегідь, та у досить широких масштабах. При цьому способи мають бути ефективними та економічними.

Повінь - це значне затоплення місцевості в результаті підйому рівня води в річці, озері або морі в період сніготанення, злив, вітрових нагонів води, при заторах, зажорах і т.п. До особливого типу відносяться повені, викликані вітровим нагоном води у гирла річок.

Повені призводять до руйнувань мостів, доріг, будівель, споруд, завдають значної матеріальної шкоди, а при великих швидкостях руху води (більше 4 м/с) та великій висоті підйому води (понад 2 м) викликають загибель людей та тварин. Основною причиною руйнувань є вплив на будівлі та споруди гідравлічних ударів маси води, що пливають з великою швидкістю крижин, різних уламків, плавзасобів тощо. Повені можуть виникати раптово і тривати від кількох годин до 2-3 тижнів.

Як діяти під час повені.

Про евакуацію на випадок повені, як правило, оголошується спеціальним розпорядженням комісії з боротьби з повінню. Персонал повідомляється через адміністрацію підприємства. На підприємствах при загрозі затоплення змінюється режим роботи, а деяких випадках робота припиняється. Захист певної частини матеріальних цінностей іноді передбачається на місці, для чого закладаються приямки, входи та віконні отвори підвалів та нижніх поверхів будівель, відключається електро- та газопостачання. За розпорядженням адміністрації слід, дотримуючись встановленого порядку, зайняти піднесені місця.

Пошук людей на затопленій території організується та здійснюється негайно, для цього залучаються екіпажі плаваючих засобів формувань цивільної оборони та всі існуючі сили та засоби.

При рятувальних роботах необхідно виявляти витримку і самовладання, виконувати вимоги рятувальників. Не можна переповнювати рятувальні засоби (катери, човни, плоті тощо), оскільки це загрожує безпеці і рятувальників, і рятуваних. Потрапивши у воду, слід скинути з себе важкий одяг і взуття, відшукати поблизу предмети, що плавають або височать над водою, скористатися ними до отримання допомоги.

Як діяти після повені.

Перед тим, як увійти до будівлі необхідно:

– перевірити, чи не загрожує воно обваленням чи падінням якогось предмета;

- провітрити будівлю (для видалення газів, що накопичилися).
- не вмикати електроосвітлення, не користуватися джерелами відкритого вогню, не запалювати сірників до повного провітрювання приміщення та перевірки справності системи газопостачання.
- перевірити справність електропроводки, трубопроводів газопостачання, водопроводу та каналізації. Не користуйтеся ними до тих пір, поки не переконаєтесь у їх справності за допомогою фахівців. Для просушування приміщень відкрити всі двері та вікна, прибирати бруд із підлоги та стін, відкачати воду із підвальних приміщень.

## 5.6 Висновки щодо розділу охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

На ділянці, що проектується, основними шкідливими факторами, що супроводжують процес наплавлення малого конуса, є: пил, гази та аерозолі, шум, вібрація і т.д. До небезпечних виробничих факторів належать: вплив електричного струму, іскри та бризки, викиди розплавленого металу та шлаку.

Для виключення ураження електричним струмом у проекті передбачено:

- ізоляцію струмопровідних частин (робочу, додаткову, посилену, подвійну) згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Електротехнічні вироби. Загальні вимоги безпеки»;
- захисне відключення згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Електротехнічні вироби. Загальні вимоги безпеки»;
- захисне заземлення, занулення згідно з ПУЕ-2009;

- ізоляцію невідповідних частин згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Електротехнічні вироби. Загальні вимоги безпеки»

Для захисту робітників від випромінювань зварювальної дуги у видимій, ультрафіолетовій та інфрачервоній області при наплавленні відкритою дугою застосовуються щитки зварювальника за ГОСТ 12.4.080 - 79 із захисними світлофільтрами.

Для захисту від механічних травм при складанні металоконструкцій передбачено одяг спеціального типу Мп, взуття спеціальне з механічною вставкою на носінні типу Мун 200, засоби індивідуального захисту за ГОСТ 12.14.103-83 «Одяг спеціальний та захисний, засоби індивідуального захисту ніг та рук. Класифікація.

Запобігання небезпеці ураження бризками розплавленого металу та шлаку здійснюється за допомогою використання спецодягу типу БТі за ГОСТ 12.4.237-2007 ССБТ. «Одяг спеціальний. Методи випробування матеріалу при впливі бризок розплавленого металу. (штани, куртку та рукавиці типу) з брезентової або спеціальної тканини. - Захист очей та обличчя від іскор та бризок розплавленого металу, пилу та горючих частинок шлаку, бризок кислот та лугів здійснюється захисними окулярами типу ЗНД за ГОСТ 12.4.230.1-2007 «Кошти індивідуального захисту очей. Загальні технічні вимоги.», наголовними та ручними щитками типу ННП-С-702 VI згідно з ГОСТ 12.4.035-78 ССБТ. «Щитки захисні лицьові для електрозварювальників. Технічні умови.»

При перевищенні концентрації шкідливих речовин-інгредієнтів зварювальних аерозолів у повітрі робочої зони (зоні дихання зварювальників) встановлених ГДК робітники-зварювальники забезпечуються засобами індивідуального захисту органів дихання згідно з "Методичними рекомендаціями щодо застосування засобів індивідуального захисту органів дихання" ВНИИ98 Для цього необхідно застосовувати респіратори "Сніжок ДП-В", "Сніжок Ф-ГПВ", ШБ-1 "Пелюсток", "Кама-200" та ін.

Для захисту від електроофтальмії рекомендовано:

-Застосування захисних окулярів, щитків зі світлофільтрами ОСТ 21-6-87 «Система стандартів безпеки праці. Світлофільтри для захисту очей від шкідливих випромінювань на виробництві. Технічні умови».

На території ділянки передбачено штучне та природне освітлення. Відповідно до СНиП II-4-79 «Природне та штучне освітлення». Рекомендовано використовувати лампи типу ДРЛ потужністю ~ 250 Вт з розрахунку 1 лампи на 5-6 м<sup>2</sup> виробничої площі.

Для зменшення концентрації шкідливих речовин на робочих місцях до гранично допустимих, застосовані місцеві відсмоктувачі (витяжні панелі та фільтровитяжні агрегати, витяжні шафи та ін.) згідно зі СНиП 2.04.05-91 «Будівельні норми. Опалення, вентиляція та кондиціонування».

При виконанні робіт усередині приміщення системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря повинні забезпечувати певні метеорологічні умови згідно з ГОСТ 12.1.005 – 88.

За ступенем пожежостійкості проектувана ділянка відноситься до категорії Г – не пожежонебезпечна (відповідно до класифікації СНиП II-90-81). У ділянці, що проектується, передбачено шлях евакуації працюючих на випадок пожежі відповідно до вимог СНиП 2.01.02 – 85 “Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування”.

Для забезпечення заходів щодо цивільної оборони під час повені рекомендовано:

- за перших ознак повені персонал евакуювати відповідно до плану евакуації при пожежі;
- за розпорядженням адміністрації, дотримуючись встановленого порядку, зайняти піднесені місця.

## ВИСНОВКИ

Існуючі наплавні матеріали дозволяють зміцнювати і значно підвищувати зносостійкість деталей рольгангів. Однак інтенсифікація прокатного процесу вимагає пошуку наплавних матеріалів, що мають підвищену стійкість проти абразивного зносу і термічної втоми, достатньою міцністю як при нормальних, так і підвищених температурах під час експлуатації.

Автоматичне наплавлення порошковою стрічкою ПЛ-Нп-35В9Х3СФ є надійним технологічним процесом, що забезпечує задовільне формування наплавленого шару, відсутність пористості та мінімальні втрати на чад при наплавленні під шаром флюсу. Дана порошкова стрічка забезпечує необхідне легування зварювальної ванни, мінімальне проплавлення основного металу при великих силах зварювальних струмів.

Суворе дотримання режимів наплавлення, чітка робота наплавної установки, необхідна кваліфікація операторів забезпечують відсутність неприпустимих дефектів наплавленому шарі.

У технологічній частині проекту було обрано оптимальні режими наплавлення роликів рольгангу та розроблено раціональну технологію відновлення порошковою стрічкою.

У конструкторській частині проекту спроектовано ділянку відновлення роликів рольганга.

Економічна частина містить розрахунки чисельності працівників, заробітної плати, вартості основних фондів, кількості обладнання, собівартості продукції.

Економічний ефект від запровадження запропонованої технології становить 821301,75 грн.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Рижков В.Г., Манідіна Є.А., Троїцька О.О. Безпека експлуатації вантажопідіймальних та пересувних механізмів: навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітньо-професійної програми «Охорона праці». Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2021. 97 с.

2. О.С. Бешта. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві / О.С.Бешта, О.В. Балахонцев, В.А. Бородай // Навчальний посібник. - Дніпропетровськ. НГУ, 2010 – 224 с.

3. Літовченко, П. І. Технологія конструкційних матеріалів [Текст]: навч. посіб. / П. І Літовченко, Л. П. Іванова. – Х.: НА НГУ, 2016. – 306 с.: іл.

4. Машина та обладнання АПК. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи для студентів денної та заочної форми навчання за напрямом підготовки: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізація «Енергетика та автоматика аграрного комплексу») / О. П. Голик, Р. В. Жесан – Кропивницький: ЦНТУ. -2018. - 48 с.

5. ДСТУ 7809:2015 Прокат сортовий, калібрований зі спеціальним обробленням поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови. – Введ. 01.04.2016. Технічний комітет зі стандартизації «Чавун, прокат листовий, прокат сортовий термозміцнений, вироби для рухомого складу, металеві вироби, інша продукція з чавуну та сталі» (ТК 4), 2015. –22 с.

6. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

7. Кондрачук, М.В. Трибологія / М.В. Кондрачук, В.Ф. Хабутель, М.І. Пашечко, Є.В. Корбут. – К.: Вид-во Національного Авіаційного університету «НАУ-друк», 2009. – 232 с.

8. Будник А.Ф., Юскаєв В.Б. Фізика та механіка трибодизайну матеріалів: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. - 203 с.

9. Фазові перетворення в спеціальних легованих сталях. Навчальний посібник / Куцова В.З., Ковзель М.А., Носко О.А. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2007. – 132 с.

10. Теорія і практика змащування металургійних машин. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.090218 – Механічне обладнання /Максименко О.П., Перемітько В.В., Самохвал В.М. – Дніпропетровськ: «Системні технології», 2006р. – 172 с.

11. Вітенько Т.М., Кравець О.І. Методичний посібник до виконання лабораторних робіт з курсу: Основи тертя і зношування машин. Тернопіль: ТНТУ, 2021. – 65 с.

12. Говорун Т. П. Матеріалознавство та технологія матеріалів (у схемах і завданнях): навч. посіб. / Т. П. Говорун, О. П. Гапонова, С. В. Марченко. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 163 с.

13. Руденко Л. Ф. Леговані сталі та сплави: навч. посіб. / Л. Ф. Руденко, Т. П. Говорун. – Суми: Сумський державний університет, 2012. – 171 с.

14. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 89 с.

15. Богатюк Н. Я. Підвищення експлуатаційної стійкості деталей наплавленням робочого шару: кваліфікаційна робота бакалавра спеціальності 133

«Галузеве машинобудування"/ наук. керівник В. М. Власовець. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023. 48 с.

16. Наплавлення: навч. посібник // Власов А.Ф., Кузнецов В.Д., Макаренко Н.О., Богущкий О.А. – Краматорськ, ДДМА, 2010. – 336с.

17. Биковський О. Г. Довідник зварника / О. Г. Биковський, І. В. Пінковський. — К.: Техніка, 2002. — 336 с.

18. Загальна характеристика ПП-Нп-35В9Х3СФ [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://weldtech-group.com/ukr/PP\\_Np\\_35V9X3SF](https://weldtech-group.com/ukr/PP_Np_35V9X3SF) (дата звернення: 15.11.2023). — Назва з екрана.

19. Гнилиця І. Д., Криль Я. А., Цап І. В. Матеріали для напилення та наплавлення: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 57 с.

20. Електродугові плазмотрони за ред. Жуков М.Ф. Новосибірськ-1980. - 82с.

21. Дідик Р.П. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб. / Р.П. Дідик, В.В. Зіль, С.Т. Пацера. – Д.: Національний гірничий університет», 2013. – 196 с.

22. Технологія зварювання суднових корпусних конструкцій (проекування і організація) [Текст]: навчальний посібник / С. В. Драган, Ж. Г. Голобородько, І. В. Сімутенков ; ред. С. В. Драган. - Миколаїв: НУК, 2017. - 328 с.

23. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

24. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В., Гаман М. В. Основи охорони праці: Підручн. Для проф. техн. навч. Закладів. 2-ге вид., допов., перероб. К. Вікторія, 2001. 192 с. ISBN 966-95870-4-2.

Стор.	Зміст	Пор.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>документація</u>		
А1			НЧЗП. 442123. 008СК	Складальний кресленник		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Механізм подачі	1	
		2		Супорт	1	
		3		Самохідний візок	1	
		4		Флюсоапарат	1	
		5		Котушка	1	
		6		Пульт управління	1	
		7		Механізм підйому	1	
		8		Мундштук	1	

НЧЗП, 442123, 008

Змі.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Розроб.		ЮХИМЕНКО	<i>[Signature]</i>	
Перев.		МІЦЕНКО	<i>[Signature]</i>	
Нконтр.		Корнієнко	<i>[Signature]</i>	22.12
Зам.		Калустян	<i>[Signature]</i>	15.12.23

Автомат А-874

Лист	Аркул.	Аркулів
1	1	1

ІТЗ та МК  
Група ІФ-312М