

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Фізико-технічний, інженерно-фізичний
(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)
магістр
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему: «Технологія відновлення бандажів колісних пар трамвайного вагону
Т-3М з проектуванням дільниці»

Виконав: студент 5 курсу, групи ІФз-410м

Спеціальності 131 Прикладна механіка,

Освітня програма (спеціалізація)

Відновлення та підвищення зносостійкості
деталей і конструкцій

Гліванський Давид Дмитрович

(прізвище та ініціали)

Керівник Нетребко Валерій Володимирович

(прізвище та ініціали)

Рецензент Мітяев Олександр Анатолійович

(прізвище та ініціали)

2021 рік

Форма № 25

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет НУ «Запорізька політехніка», ІФ

Кафедра ОТЗВ

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Овчинников

Олександр Володимирович

« _____ » _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Гліванський Давид Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Технологія відновлення бандажів колісних пар трамвайного вагону Т-3М з проєктуванням дільниці

керівник проєкту (роботи) Нетребко В. В., д.т.н., професор.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» грудня 2021 року № 499

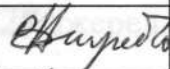
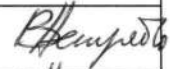
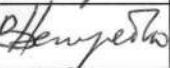
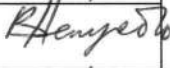
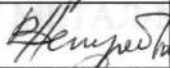
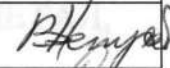
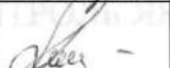
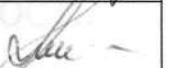


2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) колеса трамвайного вагону Т-3М, програма випуску 10000 одиниць на рік.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) умови експлуатації виробу, види зношування, наплавочний матеріал, технологічний процес відновлення колеса трамвайного вагону Т3, дільницю для відновлення виробу, технологічно-економічний розрахунок дільниці, охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Колесо бандажного типу, бандаж трамвайного колеса, Види зносу бандажів коліс, вибір матеріалів для наплавлення, автоматична установка для наплавлення бандажів трамвайних коліс, флюсозбирач, план дільниці, техніко-економічні показники.

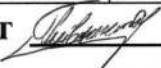
6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

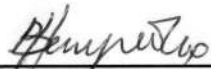
Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Характеристики виробу	д.т.н., проф. Нетребко В.В.		
Технологія відновлення	д.т.н., проф. Нетребко В.В.		
Вибір обладнання	д.т.н., проф. Нетребко В.В.		
Техніко-економічний розрахунок	Круглікова В.В., к.е.н., доцент, викладач каф. ПТБД		
Охорона праці	Нестеров О.В., к.т.н., доцент, завідувач каф. ОПІНС		

7. Дата видачі завдання « 1 » вересня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пор.	Назва етапів дипломного проекту(роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Характеристики виробу		
2	Встановлення видів зношування		
3	Вибір матеріалів для наплавлення		
4	Вибір режимів процесу відновлення		
5	Технологічний процес відновлення		
6	Техніко-економічний розрахунок дільниці		
7	Охорона праці		

Студент  Гліванський Д.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)  Нетребко В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 73 с., 8 рисунків, 25 таблиць, 28 джерел.

КОЛЕСО ТРАМВАЙНОГО ВАГОНУ, ТЕРТЯ МЕТАЛ-МЕТАЛ,
ЗНОШУВАННЯ, ВІДНОВЛЕННЯ, НАПЛАВЛЕННЯ, КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ.

Магістерська робота на тему «Технологія відновлення бандажа колісних пар трамвайного вагону Т-3М з проектуванням дільниці».

Проблема підвищення терміну служби трамвайних коліс є актуальною для багатьох підприємств у галузі рейкового транспорту. Вона пов'язана із значними витратами на виготовлення деталей, які підлягають заміні в результаті зношування. Колеса трамвайних вагонів експлуатуються в умовах нерівномірних навантажень та агресивних середовищах, зокрема у абразивному. На цей час підприємство «Запоріжелектротранс» використовує застарілі методи наплавлення коліс трамваїв, які не відповідають сучасним вимогам щодо забезпечення якості.

Розроблено технологічний процес з відновлення трамвайного колеса бандажного типу. Спроектовано дільницю з відновлення коліс, яка відповідає сучасним вимогам з охорони праці. Очікувана економічна ефективність розробки складає 751600 грн.

ABSTRACT

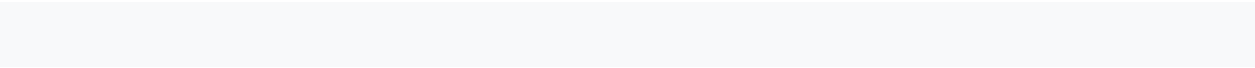
Explanatory note: 73 pages, 8 figures, 25 tables, 28 sources.

WHEEL OF TRAM WAGON, FRICTION OF METAL ABOUT METAL, WEAR, RECOVERY, SURFACING, AUTOMATIC WELDING, A WIRE, TECHNOLOGY, WELDING MATERIALS, QUALITY CONTROL.

Master's thesis on "Technological process of restoring the wheel of a T3M tram car with the design of the site."

The problem of increasing the service life of tram wheels is relevant for many companies in the field of rail transport. It is associated with significant costs for the manufacture of parts that need to be replaced as a result of wear. The wheels of tram cars are operated in conditions of uneven loads and aggressive environments, in particular in abrasive. At present, «Zaporizhelektrotrans» uses outdated methods of surfacing tram wheels that do not meet modern quality assurance requirements.

The technological process for the restoration of the bandage-type tram wheel has been developed. A wheel restoration section has been designed that meets modern labor protection requirements. The expected economic efficiency of development is 751600 UAH.



ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Руйнування трамвайних коліс в процесі експлуатації.....	9
1.1 Аналіз умов експлуатації та характер зношування колес трамвая.....	9
1.2 Види та характеристики зовнішнього тертя.....	12
2 Аналіз існуючого процесу відновлення трамвайного колеса	14
2.1 Опис технології відновлення та обладнання в умовах підприємства «Запоріжелектротранс».....	14
3 Розробка технології відновлення коліс.....	19
3.1 Вибір обладнання.....	19
3.2 Вибір матеріалів для наплавлення.....	25
3.3 Розробка технології відновлення колес.....	27
3.4 Організація контролю якості наплавлених трамвайних коліс. Обладнання та спосіб контролю.....	28
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	30
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	30
4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	32
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	38
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	40
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки в умовах надзвичайних ситуацій.....	41
5 Техніко-економічні розрахунки.....	49
5.1 Опис проєкту та середовища його реалізації.....	49
5.2 Технічне нормування при наплавленні.....	52
5.3 Техніко-економічне обґрунтування ділянки для наплавлення.....	54
5.4 Розрахунок основних фондів та площі ділянки.....	55
5.5 Праця та заробітна плата.....	58
5.6 Фонд оплати праці.....	59

5.7 Собівартість виробу.....	60
5.7.1 Прямі витрати.....	60
5.7.2 Непрямі витрати.....	61
5.8 Економічне обґрунтування запропонованої технології.....	64
5.9 Ефективність та результативність.....	64
Висновки.....	70
Перелік джерел посилань.....	71
Додаток А «Специфікації».....	72
Додаток Б «Маршрутна карта».....	76

ВСТУП

Робота трамвайного підприємства «Запоріжелектротранс», полягає в двох основних напрямках: збирання нових трамваїв на базі відновленої колісної бази, та планові капітальні ремонти з відновленням і частковою заміною всіх зношених частин кузова, та механізмів, а саме відновлення колісної пари трамвайного вагону. У процесі експлуатації деталі трамвайного обладнання зазнають різні за видом і силою навантаження, що призводить до нерівномірного їх зношування.

Термін служби швидкозношуваних деталей визначає рентабельність трамвайних перевезень. Часті зупинки вагонів для заміни деталей, що вийшли з ладу, призводять до значного зниження якості перевезень та порушують ритмічність виробництва. Це також призводить до великих витрат металу на виготовлення змінних частин, виникає необхідність в утриманні спеціальних ремонтних бригад. Ці чинники завдають великих матеріальних збитків державному підприємству.

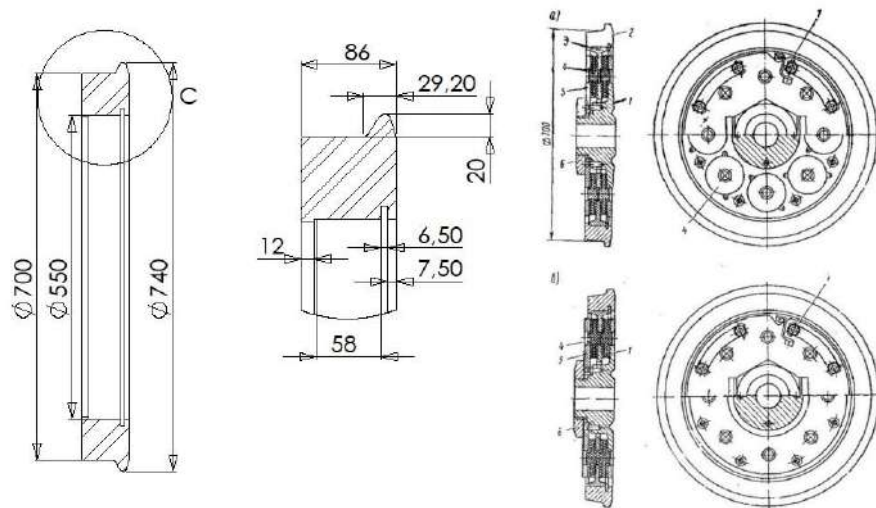
Одним зі способів вирішення вищезазначених проблем є своєчасне та якісне наплавлення трамвайних коліс. Наплавлення – один з найбільш поширених способів підвищення довговічності та працездатності деталей рухомого складу. Метою наплавлення є відновлення розмірів зношених деталей, підвищення зносостійкості, отримання шару з особливими властивостями. Застосування відновлення зношених деталей наплавленням набуло широкого використання через те, що ця технологія має високу економічну ефективність у порівнянні з заміною деталей на нові. Завдяки такому методу відновлення, одні й ті самі деталі можуть використовуватись значно більший проміжок часу, при цьому не втрачаючи своїх експлуатаційних характеристик.

1 РУЙНУВАННЯ ТРАМВАЙНИХ КОЛІС В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1 Аналіз умов експлуатації та характер зношування колес трамвая

Колісні пари служать для пересування трамваїв коліями. Колісна пара складається з вісі, з'єднаної з колісним центром і зубчастими колесами тягової передачі, які обертаються як єдине ціле. На колісні центри закріплені бандажі ДСТУ 3678-98. Така конструкція дозволяє витримувати великий пробіг за умови своєчасного ремонту бандажів [1].

Колеса візків трамваїв ДСТУ 32207:2016 повинні бути встановлені таким чином, щоб унеможливити сходження коліс з рейок. Трамвайні колеса виготовляють лише одного типу: К1Р – одноробордні, циліндричної форми (рис.1.1). Встановлюють такі колеса на валах механізмів пересування трамваїв.



1 – ступиця, 2 – бандаж, 3 – диск, 4 – вкладиші, 5 – натискна шайба, 6 – центральна гайка, 7 – периферийні болти [2].

Рисунок 1.1 – Конструкція колеса бандажного типу

Термін служби трамвайного колеса визначається головним чином, зносом робочого шару поверхні катання і реборди. На зношування реборди та

поверхні катання впливають такі фактори, як: матеріал з якого вироблено колесо, умови його експлуатації, стан трамвайних колій. Матеріалом для виготовлення бандажів трамвайних коліс є сталь 55Л ДСТУ EN 10027-1 (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 55Л [3]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.52...0.6	0.2...0.52	0.4...0.9	≥ 0.3	≥ 0.045	≥ 0.04	≥ 0.3	≥ 0.3

На довговічність колеса, що працює в умовах тертя та зносу, сильно впливають напружений стан робочого шару, ступінь прослизання колеса по рейці, тривалість експлуатації та механічні властивості матеріалу. Механічні властивості сталі 55Л наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 55Л [3]

Сортамент	σ_b	σ_T	δ_5	φ	КСУ	Термообробка	Твердість НВ
-	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	-	
Відливки	600	350	10	18	240	Нормалізація 840 ... 860 °С, Відпуск 600 ... 630 °С	180 ... 255

До умов експлуатації колеса також відноситься криволінійність трамвайних колій. Під час рух, трамвай проходить підйоми, спуски, повороти, все це сприяє інтенсивному зношуванню реборди колеса. Під час проходження повороту реборда колеса відіграє стабілізуючу роль, так як не дає трамваю зійти з рейок. З проходженням поворотів, пов'язаний найбільш інтенсивний знос колеса. Поверхня реборди контактує з поверхнею рейки, виникає тертя,

яке призводить до деформації, а згодом і до втрати геометричних розмірів (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Колесо в процесі експлуатації [4]

З підвищеним зносом трамвайних коліс пов'язані такі фактори, як особливості експлуатаційних умов в різні пори року. Починаючи з осіннього періоду року, підвищується вологість, що позначається на стані трамвайних шляхів, а як наслідок і на основній пересувній частині - колесах. Підвищення зношуючих факторів пов'язане з просковзуванням коліс трамваю по рейкам через надмірну вологість поверхні шляхів. У холодний період року трамвайні колії, час від часу, вкриваються шаром льоду, що викликає необхідність використання допоміжного матеріалу (піску) для покращення зчеплення з поверхнею катання під час зупинок та коли трамває рушає з місця.

Особливості використання допоміжного матеріалу, в нашому варіанті – пісок, провокує появу таких дефектів, як вищерби і сколи (рис. 1.2).

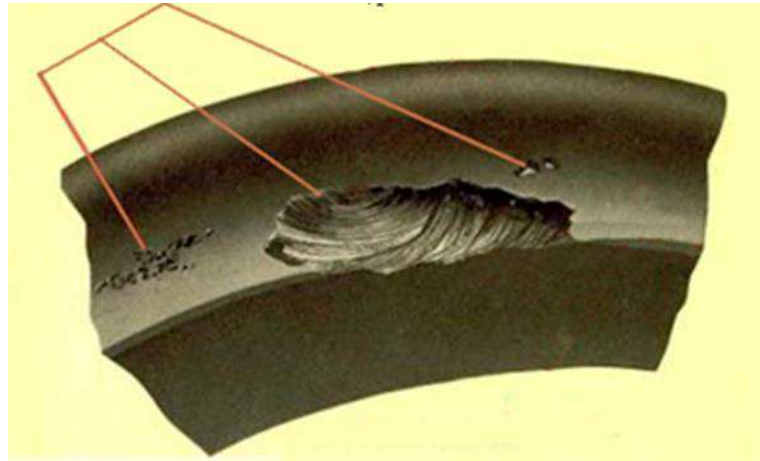


Рисунок 1.2 – Дефекти колеса трамвая [5]

Зношування реборди відбувається за рахунок контакту її робочої поверхні та рейки під час проходження повороту. Варто зазначити, що відмінність радіусів повороту впливає на інтенсивність зношування реборди. Так під час руху трамваю, реборди коліс труться об бічну поверхню головки рейки, що підвищує їх зношування.

1.2 Види та характеристики зовнішнього тертя

За наявністю та характером руху розрізняють тертя спокою та тертя руху. Тертям спокою називають тертя двох тіл при попередньому їх зміщенні, тобто при малому відносному зміщенні від стану спокою до ковзання. Сила тертя спокою, що відповідає початку відносного руху, перевищує за значенням силу тертя руху. При розрахунках це враховують вибором більш вищих значень коефіцієнтів опору, ніж при встановленому русі.

Тертя руху буває трьох видів:

- тертя ковзання, у якому швидкості контактуючих тіл у точках дотику різна за значенням і напрямком, чи лише за значенням або напрямком;
- тертя кочення, при якому швидкості контактуючих тіл однакові за значенням та напрямком;
- тертя кочення з просковзуванням, у якому рух відбувається одночасно з коченням і ковзанням (рис. 1.3) [6].

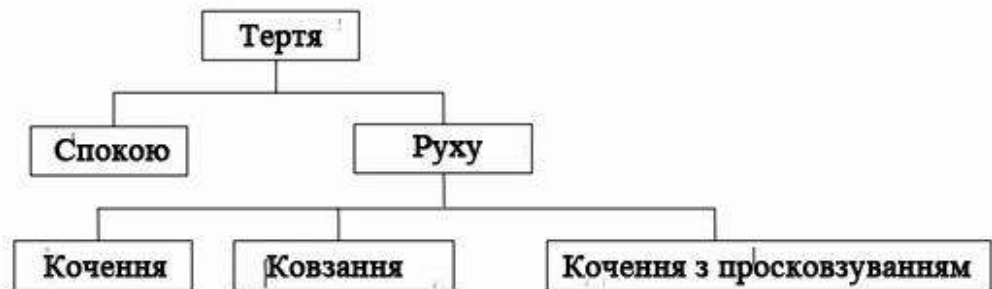


Рисунок 1.3 – Види тертя

Перед кожним виїздом з депо трамвай проходить технічний огляд на справність механізмів руху. Підлягають огляду також колеса, які візуально або за допомогою спеціального шаблона перевіряються на наявність дефектів. Зношені колісні пари, відправляють на дільницю ВРМ (вагоно-ремонтної майстерні) для відновлення.

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ТРАМВАЙНОГО КОЛЕСА

2.1 Опис технології відновлення та обладнання в умовах підприємства «Запоріжелектротранс»

Відновлення трамвайного колеса на виробництві відбувається шляхом автоматичного наплавлення дротом під шаром флюсу. Для наплавлення трамвайного колеса на виробництві використовують дріт Св 08Г2С ДСТУ 2246-70 DIN 8559-1994, діаметром 4 мм. Кожна партія дроту повинна мати сертифікат з зазначенням виробника, його марки, діаметра, хімічного складу та механічних властивостей. Хімічний склад дроту наведений в табл. 2.1, а його механічні властивості в табл. 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С [7]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N
0.05...0.11	0.7...0.95	1.8...2.1	≤ 0.25	≤ 0.025	≤ 0.03	≤ 0.2	≤ 0.01

Таблиця 2.2 – Механічні властивості дроту Св-08Г2С [7]

Границя міцності σ_B , МПа	Границя плинності σ_T , МПа	Мінімальне відносне видовження δ , %	Твердість НВ
580	464	24	180...220

Поверхня дроту має бути чистою, без окалини, забруднень та мастила. Колесо, що підлягає відновленню, не потребує попередньої і подальшої термообробки. Також для наплавлення на виробництві використовують флюс АН 348 А ДСТУ EN ISO 14174-S F MS 1. Флюс цього типу складається в основному з оксидів кремнію і магнію. Однією з основних характеристик

цього флюсу є висока електропровідність, а також здатність легувати наплавлений метал великою кількістю кремнію. Хімічний склад наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Хімічний склад флюсу АН-348 А [8]

Флюс	Хімічний склад, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S	P
АН-348 А	40...44	≤ 6	31...38	≤ 12	≤ 7	3...6	0.5...2.0	≤0.12	≤0.12

Перед виконанням наплавлення колеса, проводять його огляд за допомогою візуального контролю або спеціального шаблону, визначають величину зносу реборди. Виміри роблять слюсарі, які пройшли курс навчання та мають відповідний розряд. Контроль за виконанням роботи проводить майстер дільниці. Після того, як визначено величину зносу, колесо встановлюють на маніпулятор за допомогою кран-балки. Обробку поверхні колеса, яке потребує відновлення у данний час на виробництві не проводять. Наплавлення виконує працівник, який пройшов навчання та має необхідне посвідчення.

Після наплавлення колесо лишають на деякий час для остигання, а потім знімають і передають на слюсарний стіл. Слюсар оббиває залишки шлакової кірки молотком. Контролер перевіряє колесо на наявність дефектів, а також за допомогою шаблону переконується, що наплавлений шар відповідає вихідному розміру. Після остаточного контролю колесо, віддають на механічну дільницю для виконання механічної обробки. По завершенню обробки колеса, його відправляють на склад готової продукції [9].

Для наплавлення трамвайного колеса на виробництві використовується нестандартне обладнання, розроблене відділом технологічного забезпечення підприємства «Запоріжелектротранс». Автоматична установка для наплавлення під шаром флюсу представлена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Автоматична установка для наплавленн коліс трамваю

Використання даного обладнання є не доцільним, так як призводить до значних витрат флюсу, а також створює додаткові незручності при встановленні колеса під наплавлення.

У якості джерела живлення для автоматичного наплавлення під шаром флюсу використовують випрямляч дуговий ВДУ 1201. Технічні характеристики джерела живлення наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики джерела живлення ВДУ 1201 [10]

Параметр	Значення
Номінальний струм, А	1250
Напруга холостого ходу, В	100
Межі регулювання робочої напруги, В	24 – 66
Межі регулювання струму, А	300 – 1250
Напруга мережі, В	380
Габаритні розміри, мм	
– довжина	1400
– ширина	1250
– висота	850
Маса, кг	850

Використання випрямляча дугового ВДУ 1201 повністю відповідає технічним вимогам та є виправданим з економічної точки зору. Режими для наплавлення трамвайного колеса наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Режими наплавлення трамвайного колеса вагону Т3

№ п/п	Показники режимів	Діаметр колес, мм	
		700	800...1000
1	Напруга, В	30 – 34	30...34
2	Струм, А	420...450	450...600
3	Подача дроту, м/год	64...83	73...95
4	Швидкість обертання, м/год	27...35	28...37
5	Крок наплавлення, мм/об	5...6	5...6
6	Зміщення електрода з zenіту назустріч обертанню колеса, мм	30...40	30...40
7	Товщина шару за один прохід, мм	2...4	2...5

Практика показала, що вибраний на виробництві матеріал для наплавлення не забезпечує вимогам збільшення твердості поверхні колеса, так як твердість після наплавлення становитиме 180...220 НВ. Таким чином, матеріал для відновлення трамвайного колеса методом наплавлення має забезпечувати наступні вимоги:

- поверхневий шар колеса повинен мати твердість 240...260 НВ;
- мати більший опір зношуванню;
- виключати необхідність використання термообробки та мати виправдане економічне обґрунтування;

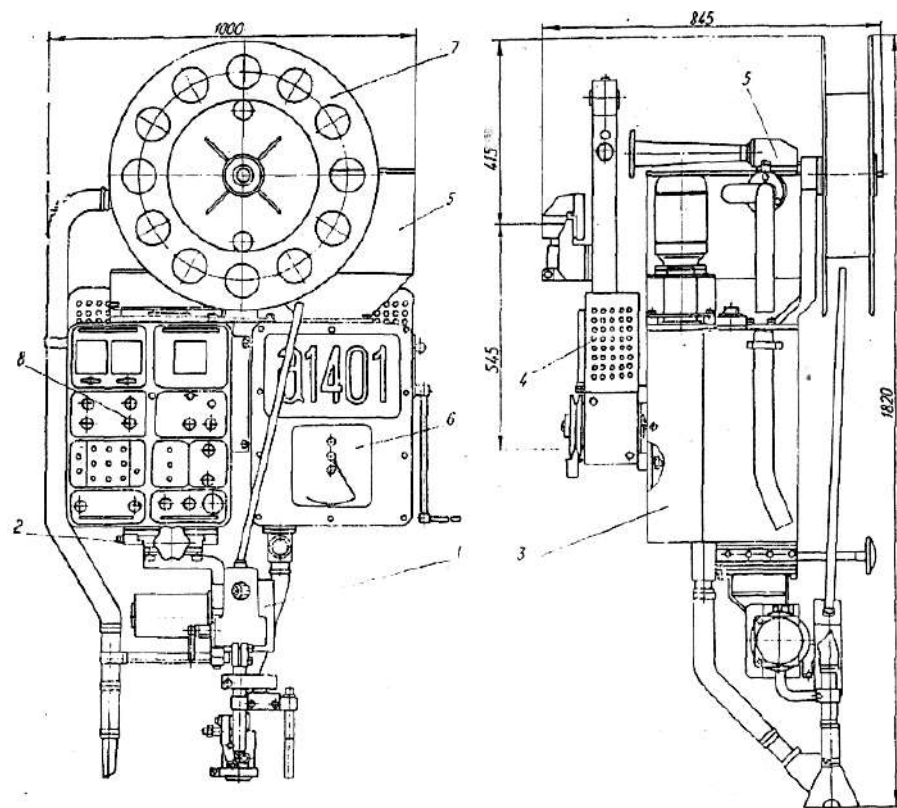
– обладнання має забезпечувати максимальну ефективність виконання роботи з наплавлення колеса [11].

Для прокращення технології процесу наплавлення трамвайного колеса вагону Т-3М, ми в дипломному проєкті поліпшимо технологію за рахунок заміни матеріалів для наплавлення та використання допоміжного обладнання.

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІС

3.1 Вибір обладнання

Для наплавлення трамвайного колеса обраний автомат А1416 - однодуговий, для автоматичного зварювання (наплавлення) під шаром флюсу із ступінчастим регулюванням швидкості наплавлення при відповідній подачі дроту (рис. 3.1).



1 – механізм подачі, 2 – супорт, 3 – механізм підйому, 4 – візок, 5 – флюсозбирач, 6 – бункер, 7 – касета, 8 – пульт управління

Рисунок 3.1 – Загальний вигляд автомата А-1416 [12]

Автомат складається з наступних основних вузлів: механізму подачі, на якому кріпляться притискний, правильний механізми та пальник для наплавлення (регулювання швидкості подачі дроту здійснюється плавною зміною числа обертів електродвигуна постійного струму); супорта для

поперечного коригування положення дроту; механізму підйому з моторним приводом, який служить для налаштування підтримки заданого вильоту дроту щодо виробу; ходовий візок з робочою та маршевою швидкостями переміщення; касети з гальмівним пристроєм; флюсозбирач інжекторного типу; пульта управління, в якому розташована електрична система управління автоматом. Технічні дані наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні дані автомата А-1416 [13]

Параметр	Значення
Діаметр електродного дроту, мм	2...5
Швидкість електродного дроту, м/год	47...508
Швидкість зварювання (наплавлення), м/год	12...120
Хід головки, мм	
– вертикальний	250
– горизонтальний	75
Витрата вуглекислого газу, л/хв	30
Місткість флюсобункера, м ³	0.055
Маса електродного дроту в касеті, кг	80
Номінальний зварювальний струм за ПВ = 100 %, А	1000
Номінальна напруга, В	380

Стійке горіння дуги при напавленні дротом під шаром флюсу забезпечується завдяки існуванню падаючої вольт-амперної характеристики джерела живлення. Даним вимогам та режимам напавлення відповідає випрямляч дуговий, типу ВДУ-1201.

Для пересування по горизонтальній та вертикальній осі головки для напавлення автомата А-1416 пропонується велосипедний візок ВТ-2 (рис. 3.2).

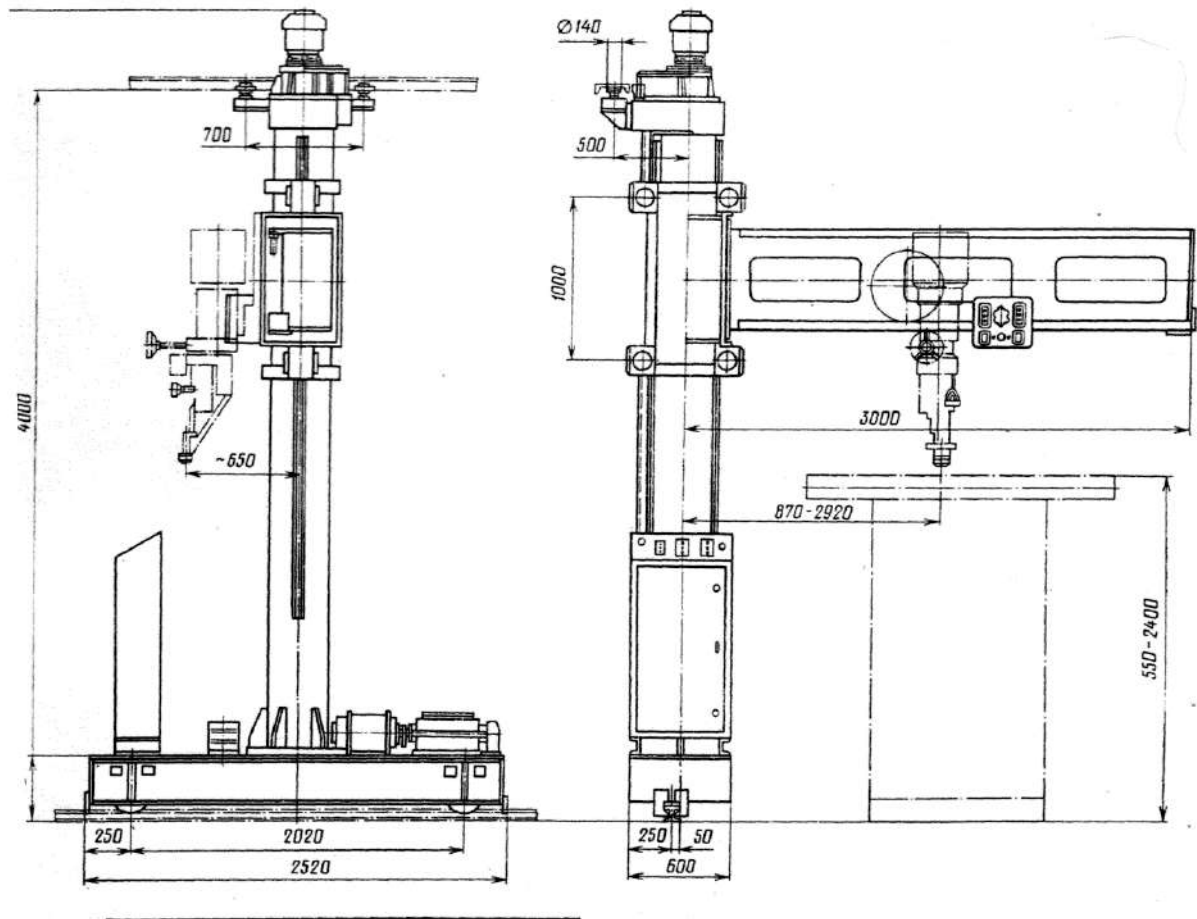


Рисунок 3.2 – Загальний вид велосипедного візка ВТ-2 [14].

Візок велосипедний з консоллю призначений для кріплення та переміщення самохідних зварювальних автоматів при автоматичному зварюванні кільцевих та прямолінійних швів на виробках, встановлених на роликівих стендах, маніпуляторах та інших пристроях.

Візок складається з пересувної платформи на двох колесах, жорстко прикріпленої до неї неповоротної колони, каретки з невисувною консоллю, механізмів пересування візка та каретки з консоллю.

Привід пересувної платформи має двошвидкісний редуктор з електродвигуном постійного струму, який забезпечує переміщення візка зі зварювальною та маршевою швидкостями. На платформі встановлена шафа управління всіма механізмами візка.

Зверху колони на кронштейні розташовані направляючі ролики для забезпечення сталого переміщення візка по однорейковому підлоговому шляху.

Каретка є корпусною конструкцією, яка переміщується по вертикальним призматичним напрямним колони на чотирьох роликах. Основні технічні характеристики велосипедного візка ВТ-2 наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Основні технічні характеристики велосипедного візка ВТ-2 [15]

Параметр	Значення
Рух від осі колони до осі електрода автомата, мм	
– найбільше	2920
– найменше	870
Швидкість переміщення візка	
робоча, м/год	19-77
маршова, м/хв	13
Регулювання робочої швидкості пересування візка	плавна, безступенева
Швидкість підйому та опускання каретки, м/хв	2
Габарити, мм	2520x3500x4900
Маса, кг	2500

Вертикальне переміщення каретки з консоллю здійснюється парою гвинт-гайка. Ходовий гвинт отримує обертання механізму підйому, закріпленого на кришці колони. Вертикальний перебіг каретки обмежується кінцевими вимикачами. Управління візком дубльоване, здійснюється з пульта на консолі та з пульта на шафі управління.

Для підвищення ефективності виробничого процесу було вирішено встановити на ділянці наплавлення додаткове обладнання, а саме маніпулятор.

Маніпулятор призначений для обертання колеса в горизонтальній та похилій площині. Він має U-подібну станину з механічним приводом для нахилу траверси та планшайбу, яка забезпечує необхідний кут для наплавлення виробу. Планшайба оснащена трьома кулачками для затискання виробу за зовнішнім або внутрішнім контуром. На траверсі встановлено механічний привід, що обертає планшайбу з необхідною для наплавлення швидкістю. Швидкість обертання планшайби регулюється змінними шестернями. Для процесу наплавлення вибираємо маніпулятор М11060 (рис.3.3).

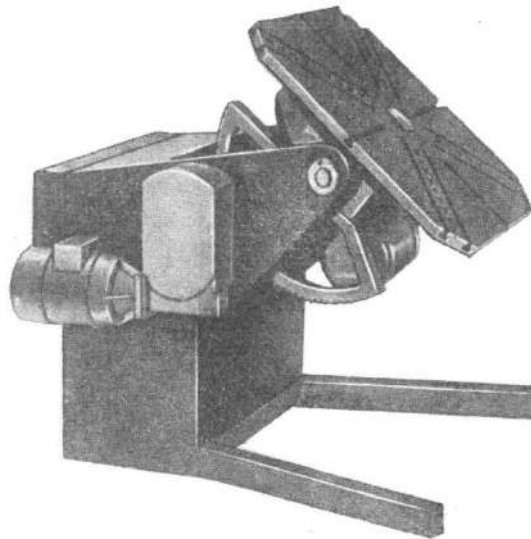


Рисунок 3.3 – Маніпулятор М-11060 [16]

Маніпулятор М-11060 призначений для встановлення виробів у положення, зручне для наплавлення та обертання їх з необхідною швидкістю. Маніпулятор може бути використаний для повороту виробу або зміни швидкості для встановлення його в положення, зручне для процесу наплавлення.

Маніпулятор складається з наступних основних вузлів:

- станини;
- поворотного столу;
- приводів обертання та нахилу планшайби;

– шафи управління.

Станина маніпулятора є збірно-зварною конструкцією, до якої на півосях кріпиться стіл маніпулятора. На столі маніпулятора розміщені привід обертання, струмознімачі, шпindelний вузол із планшайбою. Обертання планшайби здійснюється від електродвигуна постійного струму через черв'ячно-циліндричний редуктор, встановлений на столі. Збоку на станині змонтований привід нахилу столу, що складається з асинхронного електродвигуна та черв'ячно-циліндричного редуктора. На бічній стінці столу закріплений зубчастий сектор, що дозволяє здійснювати нахил планшайби у межах $0...135^\circ$. Технічні характеристики маніпулятора М-11060 наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні характеристики маніпулятора М-11060

Параметр	Значення
Найбільший крутний момент обертання планшайби, Н · м	2500
Вантажопідйомність, кг	1000
Діаметр кругових швів, що зварюються, мм	1600
Частота обертання планшайби, об/хв	0,04-0,2
Кут повороту планшайби, град	360
Кут нахилу планшайби, град	0 – 135
Напруга ланцюгів керування, В	36
Габарит (без електрошафи), мм	1536x1700x1150
Габарит електрошафи, мм	550x450x1010
Маса (без електрошафи), кг	1750
Маса електрошафи, кг	75

3.2 Вибір матеріалів для наплавлення

При проведенні автоматичного наплавлення під шаром флюсу, флюс створює захисну оболонку, яка запобігає проникненню навколишньої атмосфери у зону наплавлення і захищає розплавлений метал від впливу таких газів як азот, та водень. Завдяки надмірному тиску, що утворюється під шаром розплавленого флюсу, наплавлений метал активно окислюється. Безперервний вплив активних розкислювачів в процесі наплавлення призводить до значного зниження домішок в металі наплавленого шару. Щільність захисної оболонки, яку утворює розплавлений флюс, залежить від його хімічного складу, а це в свою чергу позначається на якості наплавленого металу [18].

Важливою характеристикою на яку впливає вибір флюсу є швидкість процесу наплавлення металу. Тому для наплавлення трамвайного колеса будемо використовувати флюс АН-47 ДСТУ ISO 14174. Флюс цього типу, має меншу здатність легувати метал кремнієм, тому його доцільно використовувати для багато прохідного наплавлення, яке передбачає високі вимоги до твердості та ударної в'язкості наплавленого металу.

Хімічний склад флюсу АН-47 наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Хімічний склад флюсу АН-47 [19]

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	CaF ₂	P	TiO ₂	ZrO ₂
28.0...33	0.5...3.0	9...13	6...10	11... 18	8... 13	≥0.0 8	4...7	1.1...2

Для зносостійкого наплавлення деталей трамвайного колеса провели аналіз властивостей існуючих дротів для наплавлення. Дійшли висновку, що найбільш доцільно використовувати дріт Св-08ХМ ДСТУ EN 14171. Ця марка дроту дозволяє отримати після наплавлення твердість НВ 240 – 260 і у

порівнянні з іншими є більш дешевим матеріалом. Порівняльна характеристика матеріалів наведена у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 - Порівняльна характеристика матеріалів [20]

№ п/п	Марка дроту та флюсу	Масова доля, %							Твердість НВ
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	
1	СВ-08	0.07	0.4	1.4 –	≤0.2	–	–	≤0.02	160...200
	АН-348А	...	–	1.5					
		0.10	0.6						
2	СВ-08Г2С	0.05	0.7	1.8 ...	≤0.2	≤0.2	–	≤0.02	180...220
	ОСЦ-45	...	...	2.1		5		
		0.11	0.95						
3	СВ-08ХМ	0.06	0.12	0.35	0.45	≤0.3	0.4	≤0.02	240...260
	АН-47	...	...	...0.6	...		...
		0.1	0.3		0.65		0.6		
4	СВ-	0.25	0.8	1.4 –	0.7	≤0.3	–	≤0.02	280...320
	30ХГСА	...	...	1.7				
	АН-348А	0.35	1.2						
5	СВ-	0.35	0.4	1.4 –	1.9 –	–	0.8	0.8...	380...420
	40Х2Г2МТ	–	–	1.5	2.0		...	1.2	
		0.38	0.6				0.9		

Діаметр дроту вибираємо 4 мм так як ми не змінюємо режими для наплавлення колеса, а лише працюємо в верхніх межах допуску цих режимів. За рахунок присутності в дроті таких елементів, як хром та молібден, дасть підвищену характеристику твердості наплавленого металу з наступними механічними характеристиками (табл.3.6)

Таблиця 3.6 - Механічні властивості дроту Св-08ХМ [20]

Мінімальна границя плинності, МПа	Тимчасовий опір, МПа	Мінімальне відносне видовження, %	Твердість НВ
470	580...600	23	240...280

3.3 Розробка технології відновлення колес

Режими наплавлення наведені в таблиці. Вони повністю відповідають вимогам для нашого обладнання та процесу з відновлення колеса трамвайного вагону. Покращення технологічного процесу наплавки в нашому випадку відбувається за рахунок роботи у верхніх межах даних наведених в табл. 3.7

Таблиця 3.7 – Режими наплавлення трамвайного колеса [21]

№	Показники режимів	Діаметр колес, мм	
		700	800-1000
1	Напруга, В	30...34	30...34
2	Струм, А	420...450	450...600
3	Подача дроту, м/год	64...83	73...95
4	Швидкість обертання, м/год	27...35	28...37
5	Крок наплавлення, мм/об	5...6	5...6
6	Зміщення електрода з zenіту назустріч обертанню колеса, мм	30...40	30...40
7	Товщина шару за один прохід, мм	2...4	2...5

3.4 Організація контролю якості наплавлених трамвайних коліс. Обладнання та спосіб контролю

До основних контролюємих розмірів наплавленого колеса відносять: перевірка відновлення шерени реборди колеса та відновлення її висоти. Контроль геометричних параметрів наплавленого металу виконувати за допомогою спеціального шаблона (рис. 3.4) [22]

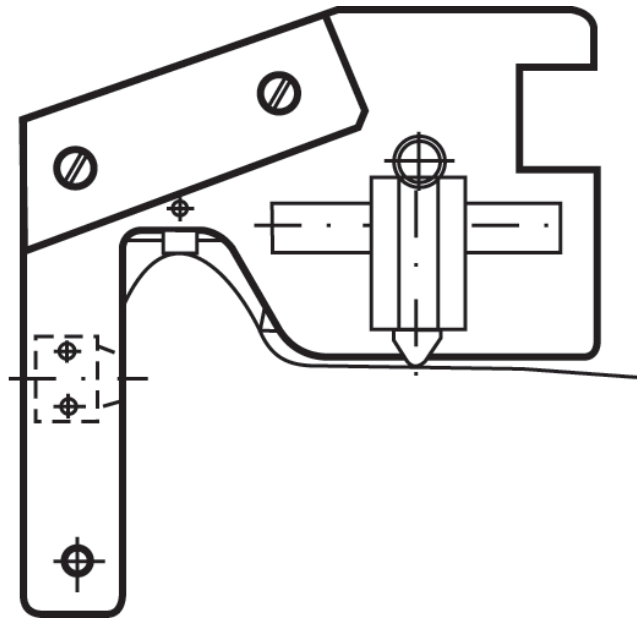


Рисунок 3.4 – Спеціальний шаблон

Наплавлені шви перевіряють на якість зовнішнім контролем зовнішнім оглядом. Після перевірки колесо відправляють на склад готової продукції [23].

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці при дослідженні оптимізації процесу автоматичного наплавлення під шаром флюсу колеса трамвайного вагону Т-3М [24].

4.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Порухення вимог НПАДП 0.00-4.12-05 про порядок навчання і перевірки знань з питань охорони праці;

б) Можливість ураження електричним струмом при виконанні частини дослідних робіт на ділянці автоматичного наплавлення, що може бути пов'язано з порушенням правил електробезпеки, зокрема, не використанням індивідуальних та групових заходів захисту, відсутністю надійних огорожень струмоведучих частин обладнання, що може привести до електричних травм або летальних наслідків;

в) Небезпеки при нанесенні покриттів на деталі методом плазмового напилення струмоведучим дротом, зокрема підвищений рівень шуму при роботі наплавлення, електроофтальмія – потужне ультрафіолетове випромінювання від зварної дуги, інтенсивне інфрачервоне випромінювання, що може бути пов'язано з порушенням правил безпеки, не використанням індивідуальних засобів захисту та може призвести до захворювань органів слуху людини, органів зору та шкіри людини.

г) Небезпеки, які пов'язані з підготовкою дослідних зразків, зокрема можливістю отримання механічних травм при використанні відрізних кругів, шліфувально-полірувальних верстатів, унаслідок порушенням правил з

охорони праці, зокрема невикористання спеціального одягу, використання несправного обладнання та інструменту, захаращеність робочого місця.

д) Небезпеки пов'язані з виділенням у навколишнє середовище аерозолів тугоплавких матеріалів і металів у вигляді окисних і нітрідних сполук, які утворюються унаслідок конденсації парів наплавленого матеріалу та його розбризкування при потраплянні на поверхню виробу, що можуть привести до отруєння та хронічних захворювань органів дихання, внаслідок відсутності або несправності місцевої витяжної вентиляції та не використання індивідуальних засобів захисту;

е) Можливість опіку, внаслідок непередбаченого торкання нагрітих деталей;

ж) Небезпеки, які пов'язані з використанням ПК при обробці результатів дослідження, зокрема негативний вплив електромагнітних полів та випромінювання ПК застарілих моделей.

з) Незадовільні параметри повітряного середовища на ділянці та дослідницькому приміщенні. Причинами цього є незадовільна робота системи опалення й кондиціонування, що може привести до зниження працездатності й загальних захворювань.

и) Незадовільне освітлення виробничих зон на ділянці напилання, внаслідок виходу з ладу або забрудненості освітлювальних приладів, що може призвести до погіршення зору або механічних травм.

к) Можливість загорання ділянці напилання, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, порушень технологічного процесу, що може призвести до пожежі.

л) Небезпеки, які пов'язані з умовами праці в надзвичайних ситуаціях. Зокрема укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту. Причинами пов'язаними з неправильним або взагалі відсутнім укриттям населення в надзвичайних ситуаціях можуть бути недосвідченість персоналу

або неправильні дії керівництва, що може привести до важких травм, летальних наслідків і масштабних руйнувань.

4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) організаційні заходи (проведення навчання з правил електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу на другу або третю групу з електробезпеки, згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»).

технічні заходи (враховуючи, що електроживлення електрообладнання приміщення з ПК здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Відповідно до вимог «ПУЕ», електрообладнання в приміщенні з ПК, характеризується як електроустановки до 1000 В, тому згідно вимог глави 1.7 «ПУЕ», величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання приміщення з ПК у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом.

б) Для виключення уражень електричним струмом при автоматичному напавленні на інсталяції в дослідницькій лабораторії обладнання повинне відповідати правилам ПУЕ-2017 «Правила улаштування електроустановок», де передбачено:

- струмовідні частини електроустановки, не повинні бути доступними для випадкового прямого дотику до них, а доступні для дотику відкриті і сторонні провідні частини не повинні перебувати під напругою, що становить небезпеку ураження електричним струмом, як у нормальному режимі роботи електроустановки, так і в разі пошкодження ізоляції;

- для запобігання ураженню електричним струмом при непередбаченому торканні механізму подачі дроту, який знаходиться під напругою слід

застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту від прямого дотику: розміщення поза зоною досяжності та надійне екранування або огороження цього механізму;

- для запобігання ураженню електричним струмом у випадку пошкодження ізоляції слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту в разі непрямого дотику: захисне заземлення; автоматичне вимикання живлення; зрівнювання потенціалів; обладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією; захисний електричний поділ кіл; ізолювальні (непровідні) приміщення, зони, площадки; системи наднизької (малої) напруги; вирівнювання потенціалів;

- розміщення обладнання установки для наплавлення, її вузлів та механізмів, а також органів керування повинно забезпечувати вільний, зручний та безпечний доступ до них. Окрім того, розташування органів керування повинно забезпечувати можливість швидкого вимикання обладнання та зупинення всіх його механізмів

в) Для мінімізації негативного впливу підвищеного шуму при нанесенні покриттів методом наплавлення необхідно:

- використовувати антифони (типу ВЦННІОТ) ГОСТ 12.4.051-87 «Средства индивидуальной защиты органов слуха. Общие технические требования», які захищають слухові органи людини і в той же час дозволяють чути розмовну мову;

- стіни робочого приміщення, де розташовується установка плазмового напилення повинні бути покриті звукоізолюючим та звукопоглинаючим матеріалом (наприклад, гіпсова акустична плитка або плитка типу акмігран);

З огляду на те що, плазмова дуга – є інтенсивним джерелом світлового, ультрафіолетового, інфрачервоного випромінювання. Для захисту від шкідливого впливу променевої енергії необхідно:

- для захисту зору та лиця необхідно використовувати зварювальні маски або щитки зі світлофільтрами Э-200, Э-300, Э-400 згідно ДСТУ 2456-94

«Зварювання дугове. Вимоги безпеки». Крім того, рекомендується користуватися окулярами зі світлофільтрами типу В-2, В-3 для краткочасної роботи без маски (при запалюванні дуги, перевірці режиму роботи розпилювача).

- стіни приміщення, де знаходиться установка плазмового напилення повинні бути окрашені у матовий колір для запобігання потрапляння бліків у очі;

- для захисту шкіри від впливу інтенсивного інфрачервоного випромінювання необхідно використовувати захисні костюми згідно ГОСТ 12.4.045-87 «Костюмы для защиты от повышенных температур. Технические условия».

г) Для виключення отримання механічних травм повинне бути передбачене проведення усіх необхідних інструктажів з охорони праці, згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Дослідник повинен бути забезпечений спеціальним одягом та індивідуальними захисними засобами відповідно до ГОСТ 12.4.103-83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты рук и ног. Классификация», або груповими засобами захисту згідно з ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация», до яких відносять брезентові захисні костюми, рукавиці брезентові, спеціальне взуття із захисними носками, щітки захисні або окуляри.

До порізки зразків абразивними колами допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли необхідні інструктажі з охорони праці і отримали допуск до самостійної роботи. При роботі з абразивними колами категорично забороняється:

- використовувати не за призначенням абразивні кола та інструмент;
- працювати без належного захисного одягу та обладнання;

- забороняється використовувати пошкоджені абразивні круги.

Отримання механічних травм найчастіше відбувається внаслідок захаращеності робочої ділянки та порушень правил експлуатації машин та механізмів. В зв'язку з цим обов'язковим є щоденний контроль за станом робочої зони зі сторони керівництва відповідно до ДСТУ 3273-95 «Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги».

д) Для захисту органів дихання необхідно видаляти аерозолі тугоплавких матеріалів і металів у вигляді окисних і нітрідних сполук (які виділяються у навколишнє середовище при напиленні) з робочого простору оператора установки плазмового напилення за допомогою:

- використання місцевої витяжної вентиляції в режимі витоків, зі швидкістю руху повітря у робочому прорізі витяжної шафи не менш ніж 1,5 м/с;

- використання індивідуальних засобів захисту – респіраторів згідно з ГОСТ 12.4.028-76 «Система безопасности труда. Респираторы ШБ-1 «Лепесток».

е) Для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних засобів захисту, зокрема брезентових рукавиць ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ «Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия».

ж) Загальні вимоги до техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції розробленої на підставі Санітарних норм і правил СанПин 2.2.2.542-96 «Гігієнічні вимоги до відео дисплейних терміналів, персональних електророзрахункових машин і організації робіт», а також нести особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки своєї праці і за створення небезпечного чи шкідливого виробничого фактора для інших працюючих і поломку комп'ютера.

При роботі за комп'ютером шкідливими чинниками є:

- електростатичні поля;
- електромагнітне випромінювання;
- наявність потужних іонізуючих випромінювань;
- локальне стомлення, загальна втома;
- стомлюваність очей;
- небезпека ураження електричним струмом;
- пожежонебезпека.

Для забезпечення оптимальної працездатності і збереження здоров'я протягом часу роботи з комп'ютером повинні встановлюватися регламентовані перерви. Перед початком роботи необхідно переконатися, що монітори комп'ютера мають антиблокове покриття з коефіцієнтом відбиття не більше 0,5. Покриття повинне також забезпечувати зняття електростатичного заряду з поверхні екрана, іскріння та неіонізуючих випромінювань. Необхідно перевірити робоче положення комп'ютера відстань між стіною з віконними прорізами і столом має бути не менше 0,8 м. При невеликій кількості робочих місць бажано розташовувати столи біля протилежної стіни щодо віконних прорізів. Відстань між робочими столами повинна бути не менше ніж 1,2 м. Не допускається знаходження другого робочого місця з боку задньої стінки комп'ютера. Оптимальними параметрами температури в кабінеті є 19...21 °С, допустимими 18...22 °С, відносна вологість повітря 62...55 %.

У приміщенні слід здійснювати наскрізне провітрювання для поліпшення якісного складу повітря, щодня проводити вологе прибирання.

Для зволоження повітря слід використовувати зволожувачі. У приміщенні повинно бути штучне і природне освітлення. Основний потік природного світла повинне бути ліворуч, не допускається праворуч, ззаду і спереду працює на комп'ютері, на вікнах повинні бути завіси в два рази більше ширини вікна. Забороняється застосування для вікон чорні завіси.

Приміщення, де знаходиться комп'ютери відноситься до пожежонебезпечного приміщення категорії «Б», тому необхідно мати

вуглекислотний вогнегасник типу ВВК-5 і вміти ним користуватися. Звернути увагу на заземлення, тому що в комп'ютері використовуються мікросхеми, чутливі до статичної електрики. Звернути особливу увагу на цілісність ізоляції всіх кабелів та роз'ємів, щоб не виявити несподівано під напругою щодо землі. Забороняється самостійно відкрити комп'ютера, з-за високої напруги всередині. Виключається робота з комп'ютером і його периферійними пристроями з відкритим корпусом, самостійно перемикає силові та інтерфейсні кабелі, проливати рідини і т.д. Робоче місце працюючого на комп'ютері передбачено обладнати спеціальними меблями; обертовим стільцем із змінною висотою сидіння і кута нахилу спинки. При роботі на комп'ютері працюючий повинен бути уважним, не відволікатися на побудову справи.

Під час роботи комп'ютера забороняється:

- залишати комп'ютер без нагляду;
- проводити ремонт;
- знімати корпус з комп'ютера

Тривалість безперервної роботи з комп'ютером без регламентованої перерви не повинна перевищувати 2 годин. Під час регламентованої перерви з метою зниження нервно-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, усунення впливу гіподинамії та гіпокінезії, запобігання розвитку втоми доцільно виконувати комплекси вправ. Рівень шуму в приміщенні під час роботи комп'ютерів не повинен перевищувати 50 дБА. Конструкція відео монітора повинна передбачати заходи, що забезпечують хорошу розбірливість зображення, незалежну від зовнішнього освітлення.

Категорично забороняється використання на робочому місці електронагрівальних приладів з відкритим елементом, відкритим вогнем. Користування електронагрівальними приладами з закритими нагрівальними елементами дозволяється тільки у спеціально відведених для цього місцях. Недотримання вимог до мікроклімату приміщення може не тільки різко

знижувати продуктивність праці, викликати втрати робочого часу через збільшення числа помилок у роботі, але і приводити до функціональних розладів або хронічних захворювань органів дихання, нервової та імунної системи.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

з) Для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища згідно ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» на дільниці наплавлення, окрім місцевої вентиляції повинно бути передбачено влаштування загальнообмінної вентиляції згідно ДСТУ 12.4.021-75 «Система стандартів безпеки труда. Системы вентиляционные. Общие требования», та системи водяного або парового опалення згідно СНиП 2.04.05-91 «Строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Для забезпечення оптимальних фізичних параметрів повітряного середовища на дільниці автоматичного наплавлення необхідно визначити продуктивність природної вентиляції $L_{\text{п}}$:

$$L_{\text{п}} = k \cdot V_{\text{п}} = 2 \times 1512 = 3024 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (4.1)$$

де k – кратність повітрообміну на дільниці, $k = 2$;

$V_{\text{п}}$ – об'єм приміщення дільниці плазмового напилення.

При автоматичному наплавленні покриттів у робочу зону оператора установки здійснюється виділення шкідливих речовин, концентрація яких значно перевищує допустимі норми згідно ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (діоксид

кремнію SiO_2 у вигляді аерозолу конденсації – 2 мг/м^3 , оксид хрому Cr_2O_3 – 1 мг/м^3), тому необхідно розрахувати продуктивність місцевої витяжної вентиляції L_m (витяжного зонту):

$$L_m = a \cdot b \cdot V \cdot 3600 = 0,5 \times 0,75 \times 1,5 \times 3600 = 2025 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}, \quad (4.2)$$

де a та b – розміри зонту в плані м, $a \times b = 0,375 \text{ м}^2$;

V – швидкість руху повітря, яке відсмоктується, в площині перерізу по кромці зонту, $V = 1,5 \text{ м/с}$.

и) Згідно з державними будівельними нормами ДБН В.2.5-28:2016 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» на дільниці автоматичного наплавлення необхідно здійснити належне освітлення робочих місць робітників.

Роботи на дільниці плазмового напилення покриттів слід відносити до II (роботи високої точності) та III (точні роботи) розрядам. На дільниці допускається природне, штучне та змішане освітлення. Природне освітлення може бути боковим, одностороннім та двостороннім верхнім. Коефіцієнт природної освітленості при верхньому та комбінованому освітленні повинен складати не менш ніж 5 %, при боковому не менше 15 %.

Штучна освітленість на робочому місці при системі комбінованого освітлення допускається не менше ніж 400 лк, при системі загального освітлення – не менше 150 лк.

У приміщенні для плазмового нанесення покриттів повинно бути передбачено аварійне освітлення, яке забезпечує продовження роботи при освітленості не менш ніж 10 % норми загального освітлення, а у проходах – не менше 0,3 лк.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

к) Причинами пожежі при наплавленні можуть бути іскри та краплі розплавленого металу, необережне ставлення до газових балонів. Основні вимоги пожежної безпеки викладено в «Правилах пожежної безпеки при проведенні зварювальних та інших вогневих робіт на об'єктах народного господарства». Для попередження пожеж персонал ділянки повинен виконувати наступні правила:

- проходити регулярні інструктажі пожежно-технічного мінімуму та правилам безпечної роботи;
- суворо дотримуватися правил пожежної безпеки, чистоти та порядку на робочому місці;
- слідкувати за встановленням захисних огорожень;
- правильно експлуатувати газові балони та інше обладнання;
- слідкувати за справністю системи електроживлення;
- не загороджувати проїзди та проходи, а також підступи до засобів пожежогасіння;
- забороняється користуватися відкритим вогнем;
- паління дозволяється лише у спеціально відведених місцях

Місця, де виконується наплавлення, мають бути оснащені вуглекислотними вогнегасниками типу ВВК-5, ящиками з піском, лопатами та совками, бочками чи відрами з водою. Дерев'яні конструкції, розташовані ближче 5 м від установки плазмового напилення, обштукатурюють або оббивають листовим азбестом чи листовою сталлю по повсті, змоченій в глинистому розчині. В зоні попадання бризок металу та іскор не має бути займистих предметів. Легкозаймисті та вибухонебезпечні матеріали повинні бути на відстані не менш як 30 м від місця напилення. Дерев'яні підлоги,

настили, помости при потребі захищають від іскор і крапель розплавленого металу листами азбесту чи заліза.

Перед початком роботи оператору плазмової установки потрібно перевірити справність апаратури для наплавлення, підготовленість робочого місця в протипожежному відношенні: наявність засобів пожежогасіння, внутрішніх пожежних кранів, піску, вогнегасників. Якщо робоче місце не підготовлене, до роботи приступати не можна.

Особи, які не здали випробування з робіт по виконанню наплавки, а також що не пройшли попередню перевірку знань правил пожежної безпеки, до виконання робіт, навіть тимчасових, не допускаються [25].

4.5 Заходи по забезпеченню безпеки в умовах надзвичайних ситуацій

Порядок дій сил цивільної оборони (ЦО) при ліквідуванні наслідків стихійних лих.

У більшості випадків стихійні лиха супроводжуються загибеллю матеріальних цінностей, а іноді і людськими втратам. Тому при ліквідації наслідків стихійних лих основним завданням сил ЦО є врятування людей і (по можливості) матеріальних цінностей. Успіх дій формувань багато в чому залежить від своєчасної організації і проведення розвідки й обліку конкретних умов обстановки. Оскільки стихійні лиха виникають раптово, оповіщення о.с. формувань, їх комплектація і створення угруповань сил ЦО повинні проводитися в найкоротший термін. Виступ формувань з районів збору в райони дій повинен здійснюватися з максимально можливою швидкістю. Командири формувань у районах робіт повинні постійно знати обстановку і, у відповідності з її зміною, уточнювати раніше поставлені чи ставити нові завдання підрозділам.. Прогнозувати загрози повеней дозволяє вчасно

здійснити комплекс попереджувальних заходів, які значно знижують можливі збитки, а також створити сприятливі умови для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у зонах затоплення. Зміст цих заходів і їх обсяг визначаються часом попередження повені.

Так, масштаби повеней, які викликаються весняними водами, можна прогнозувати за місяць і навіть більше завдяки постійним спостереженням органами гідрометеослужби, визначенню висоти снігового покриву і встановленню залежності виникнення повені від нього, визначенню запасів вологи в ґрунті, знанню строків скресання річок, температури повітря в період паводку і т.п. Отже, можна заздалегідь провести протипаводкові заходи.

При паводках, які викликаються заторами, час попередження звичайно обчислюється декількома годинами, тобто він значно менший, ніж у розглянутому вище випадку. Але з огляду на те, що місця постійних заторів звичайно відомі, запобіжні заходи можна вжити задовго до льодоходу.

Паводки, які викликаються випаданням рясних злив та інтенсивним таненням льодовиків, прогнозуються на основі багаторічних спостережень.

Про майбутню небезпеку повені чи селевого потоку оповіщаються всі організації і населення. Начальники, штаби і служби ЦО приводять у готовність формування, які залучаються до ведення боротьби зі стихійним лихом, ставлять їм завдання, вказують послідовність, способи і терміни їх виконання, уточнюють питання взаємодії й організують управління.

Для виявлення й уточнення обстановки організовується розвідка. Найбільш оперативною є повітряна, яка до того ж дає можливість одержання інформації про значні території. Більш точний стан поблизу гребель і мостів визначають, використовуючи дані наземної розвідки.

У населених пунктах і на об'єктах, яким загрожує затоплення, виставляють рятувальні пости зі складу формувань і встановлюється зв'язок з ними. Для захисту мостів, гребель, водозабірних та інших споруд виділяють аварійні команди. У місцях, де можливі затори льоду, встановлюється

цілодобове чергування команд підривників. За рішенням місцевих органів влади можуть бути проведені: завчасна евакуація населення, вивезення матеріальних цінностей і відгін сільськогосподарських тварин у безпечні місця. Про початок і порядок евакуації керівний склад ЦО оповіщає населення по місцевих каналах радіотрансляції і телебачення, через адміністрацію ОГ і домоуправління. У випадку раптових паводків попередження населення здійснюється всіма наявними технічними засобами, включаючи і гучномовні рухливі установки.

Успіх у проведенні рятувальних робіт залежить від того, наскільки оперативно організована розвідка, швидко і повно оцінена сформована обстановка, вчасно організовані дії сил і чітке управління ними.

РІНР у зонах затоплення і селевих потоків пов'язані з небезпекою, особливо при діях на воді, на льоду і при виконанні підривних робіт. Особовий склад, який залучається для цих цілей, повинен бути навчений правилам поведінки на воді, прийомам порятунку потоплюючих і надання їм першої медичної допомоги. Формування, що діють на плавзасобах, оснащуються необхідним інвентарем: рятувальними кругами, поясами, баграми, драбинами, канатами і т.п.

Для підтримки порядку в районах затоплення, на шляхах евакуації населення й у місцях його зосередження, на маршрутах рух сил, а також на автомобільних і залізничних шляхах організовується комендантська служба. Крім того, у зонах затоплення і місцях зосередження евакуйованого населення організовується охорона громадського порядку, яка гарантує безпеку людей, захист державного й особистого майна.

Урагани, володіючи руйнівною силою, можуть задати населенню і народному господарству серйозних матеріальних збитків і нерідко призводять до загибелі людей. Виникають вони в результаті різкого порушення рівноваги в атмосфері, що виявляється в незвичайних умовах циркуляції повітря.

При ураганах обриваються електричні проводи на опорах, порушується телефонний і телеграфний зв'язок, зриваються покрівлі з житлових будинків, виробничих будинків і тваринницьких ферм, виникають різні пошкодження, аварії, пожежі.

У зонах ураганів у період їх виникнення за вказівками органів влади оповіщається населення и приводяться до готовності формування, виділені для ліквідації наслідків стихійних лих.

Командири військових частин і формувань ЦО, одержавши завдання, виводять підлеглі їм сили до об'єктів робіт; по прибутті в потерпілі від урагану райони організують порятунок людей, надання потерпілим медичної допомоги і їх евакуацію, локалізацію і гасіння пожеж, а також роботи з усунення аварій і ушкоджень на комунально-енергетичних мережах і лініях зв'язку та з розчищення завалів улиць і доріг. Відновлення комунально-енергетичних мереж, ліній зв'язку й інших об'єктів організують відповідно відомства, що мають свої спеціальні ремонтні органи; при великих обсягах робіт можуть використовуватися аварійно-відбудовні й аварійно-технічні формування.

Зсуви можуть спричиняти великі руйнування. Виникають вони через порушення рівноваги порід, викликаного збільшенням крутизни схилу в результаті вимивання його морським прибоєм, течією річки, ослабленням міцності порід від вивітрювання чи надмірного зволоження атмосферними опадами або підземними водами, а також під впливом зовнішніх сил, особливо сейсмічних поштовхів. Зсуви можуть бути викликані і проведенням будівельних робіт без належного урахування геологічних умов місцевості.

Заходи для попередження зсувів і боротьба з ними здійснюються в залежності від факторів, які ці зсуви викликають. До таких заходів відносяться: будівництво споруд, які укріплюють берег проти вимивання схилів; обладнання дренажних споруд по перехопленню і відведенню підземних вод; вириття каналів для поверхневого водостоку, улаштування

підпирних стінок різних конструкцій; зміцнення схилів рослинністю і насамперед – лісопосадками.

Роботи з проведення протизсувних заходів ведуться дорожньо-будівельними й іншими спеціалізованими організаціями, до їх виконання при необхідності можуть залучатися команди механізації робіт та інші формування ЦО. Дійовим засобом у зсувних районах є встановлення постійного спостереження за обстановкою. Про початок переміщення порід негайно оповіщається населення й організації прилеглих районів. Приводяться у готовність необхідні сили і засоби, здійснюється евакуація людей, вивозяться з небезпечної зони матеріальні цінності.

Для ліквідації наслідків зсувів зведені загони та команди, зведені загони і команди механізації робіт, деякі формування служб. Можуть використовуватися і військові частини.

Рятувальні роботи в районах, де відбулися зсуви і обвали, полягають у пошуку і витягуванні людей з-під завалів, наданні їм першої медичної допомоги та евакуації в стаціонарні лікувальні установи. Одночасно влаштовуються проїзди в завалах, локалізуються і гасяться пожежі, ліквідуються аварії на газових і енергетичних мережах. Після зупинки зсуву проводиться ремонт і відновлення доріг, мостів, ліній і засобів зв'язку, розчищення вулиць від завалів. Землетруси відбуваються звичайно раптово, що може представляти дуже велику небезпеку. Переважна більшість їх відноситься до слабких і не викликає негативних наслідків, однак чимало буває і сильних, руйнівних землетрусів, які заподіють чисельні лиха. Землетруси можуть стати причиною гірських і сніжних обвалів, які руйнують на своєму шляху ділянки доріг, мости через водні перешкоди та населені пункти.

Щоб уникнути руйнівних наслідків у районах загрози, де можливі поштових силою 7 і більше балів (за 12-бальною шкалою), будуються сейсмостійкі житлові будівлі, промислові будівлі й інші об'єкти та споруди.

Для додання будинкам стійкості використовуються високоякісні матеріали, застосовуються особливі антисейсмічні конструкції, не допускається використання надто важких деталей, обмежується поверховість житлових будинків, ставляться підвищені вимоги до якості будівельних робіт. У містобудуванні переважає просторе планування, яке забезпечує наявність достатніх розмірів між будинками, широких вулиць і проїздів. Вживаються заходи щодо підвищення сейсмостійкості підземних інженерних комунікацій, а також посилення протипожежної безпеки

При ліквідації наслідків землетрусів у постраждалих містах і на ОГ рішенням органів влади чи надзвичайних комісій для проведення рятувальних робіт, локалізації і ліквідації аварій на комунально-енергетичних мережах і гасіння пожеж залучаються спеціалізовані формування відомств, формування ЦО міст і районів, військові частини. Найбільш складні рятувальні й інші невідкладні роботи виконують військові частини ЦО, зведені загони і зведені загони механізації робіт, а також формування служб (спеціальні формування) різного призначення і, у першу чергу, аварійно-технічні і медичні.

Склад і дії при ліквідації наслідків землетрусів визначаються характером і обсягом руйнувань. Успіх багато в чому залежить від повноти і своєчасності одержання розвідувальних даних. Розвідка повинна установити характер руйнувань будівель і споруд, місцезнаходження і стан постраждалого населення, яке опинилося під завалами чи в частково зруйнованих будівлях і спорудах, ступінь пошкодження комунально-енергетичних мереж, визначити зони суцільних пожеж, можливість їх розвитку, а також розвідати шляхи підходу до об'єктів робіт. Ведеться вона розвідувальними підрозділами військових частин ЦО і розвідувальними формуваннями різного призначення, при цьому використовується інформація від органів МВС й інших відомств. Для визначення санітарно-епідемічного стану району землетрусу, виявлення кількості і стану потерпілих, установлення можливості розгортання медичних

формувань і визначення потрібної кількості медичних сил проводиться медична розвідка.

Після одержання даних про обстановку і її оцінки уточнюються необхідні для ведення РІНР сили і засоби, їх завдання, створюються угруповання сил.

Виходячи з характеру забудови, наявності транспортних магістралей та інших місцевих умов, а головне – з характеру руйнувань, територія постраждалого міста (району) розбивається на ділянки й об'єкти ведення рятувальних робіт.

Швидке висування сил є одним з вирішальних факторів, що забезпечують успішність проведення рятувальних робіт. Але на шляху можуть зустрічатися різні перешкоди, завали, зруйновані мости, вогнища пожеж та інші перешкоди. Тому необхідно передбачити всі засоби забезпечення руху сил ЦО у вогнищах землетрусів. Чимале значення має порядок уведення техніки в зону руйнувань. У першу чергу підготовляються шляхи для пропуску гусеничних машин, а потім колісного транспорту. Висування їх слід здійснювати по декількох маршрутах, щоб не знижувати мобільність колон і не допускати розтягування. На кожен маршрут висилаються формування чи підрозділи розвідки і загони забезпечення руху, підсилені протипожежними підрозділами і санітарними дружинами.

В результаті землетрусу основа для о.с. формувань загального призначення і спеціальних формувань ЦО районів, які попали в зону лиха, може виявитися в зонах руйнувань і сама буде потребувати допомоги. Тому можливо, що спочатку рятувальні роботи доведеться проводити на ОГ і в жилих кварталах обмеженими силами і засобами. У таких умовах першочерговими роботами повинні бути виявлення і витягування людей із зруйнованих будинків, з-під завалів, надання їм першої медичної допомоги й евакуація тих, хто потребує лікування, в медичні установи, а також улаштування людей, що залишилися без домівок. Рятування людей організовується в першу чергу з тих будинків, яким загрожують затоплення,

пожежі, обвали. Лікарська допомога потерпілим здійснюється в загонах першої медичної допомоги, на медичних пунктах військових частин ЦО й у лікувальних установах, які збереглися. Потім їх вивозять у заміську зону або в лікарні сусідніх міст. Здійснення інших невідкладних робіт припускає в першу чергу усунення тих аварій на комунально-енергетичних і технологічних мережах, що створюють безпосередню загрозу для життя людей і насамперед аварій на комунікаціях зі СДОР. При ліквідації аварій на газопроводах негайно повинна бути припинена подача газу в мережу. Аварії на водопроводі, що проходить поблизу будівель і споруд, можуть спричинити затоплення; пошкоджені ділянки якомога швидше відключаються. В міру прибуття військових частин і формувань із сусідніх районів, міст і областей сили будуть наростати і фронт робіт збільшиться. Але прибуваючі з інших місць не знають особливостей ділянок і об'єктів, на яких їм потрібно буде працювати. Щоб уникнути збільшення строків виконання рятувальних робіт і ускладнень у їх організації, необхідно безперервно вести розвідку, дані якої дозволяли б знати обстановку, і вчасно, з достатньою повнотою ставити завдання прибуваючим у район землетрусу військовим частинам і формуванням. Рятувальні роботи звичайно ведуться у важких і небезпечних умовах, тому о.с. військових частин і формувань повинен знати і суворо дотримуватися заходів безпеки. Для наведення і підтримки порядку серед населення, яке опинилося в зоні землетрусу, організовується комендантська служба (ядром її є о.с. служби охорони громадського порядку), на основних маршрутах устанавлюються контрольно-пропускні пункти і вводиться патрулювання.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Поновлення останнім часом у багатьох країнах світу інтересу до міського рейкового транспорту як до дієвого засобу вирішення транспортних проблем великих міст обумовлює необхідність в узагальненні наявного в даній сфері досвіду для кращого розуміння оптимальних шляхів розвитку.

Трамвай являється вуличним рейковим видом транспорту з загальним чи відокремленим полотном в основному наземного використання. Перевізна спроможність трамвая знаходиться в межах 12-15 тис. пасажирів на годину. Трамвай економічний за експлуатаційними витратами та екологічно чистий вид міського транспорту.

Тому для умов економічної ефективності доцільним є використання технології електродугового наплавлення для відновлення деталей і підвищення їх строку експлуатації [26].

5.1 Опис проєкту та середовища його реалізації

Таблиця 5.1 - Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживачів (користувачів)
Вдосконалення технології електродугового наплавлення коліс трамвая	Відновлення зношених деталей	Економічно доцільне застосування наплавлення
	Підвищення зносостійкості наплавлених деталей	Покращення структури матеріалу завдяки застосуванню нових матеріалів для наплавлення

Потенційними клієнтами технології електродугового наплавлення коліс трамвая є заводи та приватні комерційні фірми, які співпрацюють з підприємствами електротранспорту. Використання нових матеріалів дозволить зменшити собівартість коліс та значно підвищити їх зносостійкість.

Згідно розділу 1 даної роботи проаналізуємо характеристику потенційного ринку (табл. 5.2) та надамо попередню характеристику потенційних клієнтів.

Таблиця 5.2 - Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Головні конкуренти	КП «Дніпровський електротранспорт» м. Дніпро; КП «Одесміськелектротранс» м. Одеса; КП «Київпастрас» м. Київ; ЛКП «Львівелектротранс» м. Львів.
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	зростає
3	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Обмеження відсутні
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Специфічні вимоги відсутні

Проведення SWOT – аналізу дозволяє зробити оцінку внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства. Метою SWOT – аналізу є створення структурованого інформаційного опису бізнес ідеї, який дозволить оцінити сильні та слабкі сторони цієї бізнес ідеї, а також її оточуючого середовища. Виходячи з цього, можливо створити ефективні рішення щодо відповіді суб'єкта бізнес ідеї (відповідно до його сильних і слабких сторін) на різні події його оточуючого середовища (відповідно до можливостей та ризиків), а також ефективно спланувати розвиток бізнес ідей.

Таблиця 5.3 – Попередня характеристика потенційних клієнтів

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів (користувачів)
1	Підвищення довговічності коліс трамвая	Підприємства електротранспорту України	Приділяють увагу практичній цінності та доцільності використання технології відновлення коліс трамвая	Конкурентоспроможність та доцільність застосування даної технології

Таблиця 5.4- SWOT- аналіз підприємства

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
1 Висока якість продукції	1 Відсутність коштів у достатній кількості для вдосконалення технології наплавлення.
2 Легкість впровадження технології у вже існуючий технологічний процес виробництва	2 Технологія застосована тільки для відновлення колісної пари вітчизняного виробництва
Можливості:	Загрози:
1. Зменшення кількості браку продукції після виготовлення за рахунок відновлення необхідних розмірів коліс	1. Поява нових технологій та матеріалів виробництва
2. Зменшення необхідності використання дорогіших матеріалів	2. Економічна криза в країні
	3. Припинення власного виробництва продукції в країні

З метою відображення взаємозв'язків стейкхолдерів побудували карту візуалізації на якій розміщено всіх зацікавлених осіб інноваційного проекту за можливостями впливу на них ініціатора проекту (рис. 5.1).

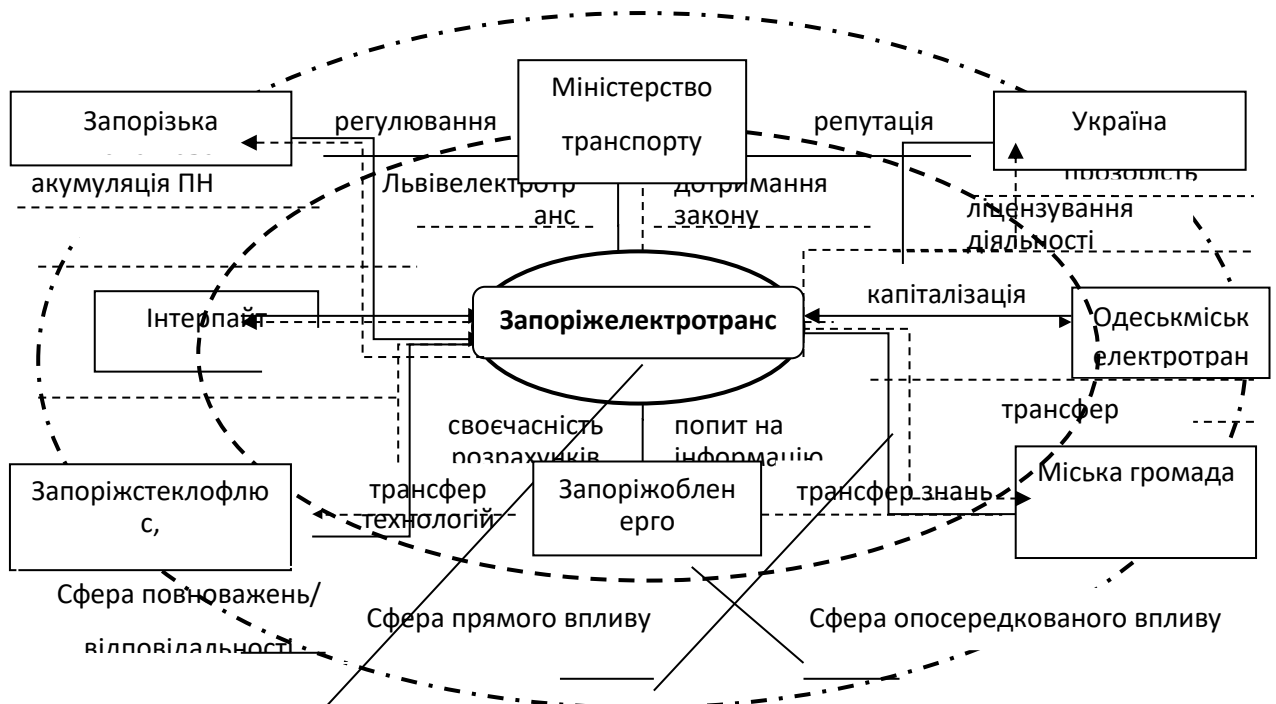


Рисунок 5.1 – Карта стейкхолдерів

5.2 Технічне нормування при наплавленні

Для техніко-економічного обґрунтування ділянки для наплавлення, на якій наплавляють трамвайні колеса, складемо норму часу на кожну технологічну операцію та визначимо штучний час.

Очищення та підготовка поверхні для наплавлення проводиться робітником (слюсарна обробка, зачистка від іржі) – $t_{оч} = 40$ хв.

Розрахунок норми часу на наплавлення коліс проводиться за формулою:

$$t_{ум} = [(t_o + t_{дон})L + t_{ен}]k; \quad (5.1)$$

де t_0 – основний час, необхідний для наплавлення одного погонного метра шва:

$V_c = 0,3$ м/хв – швидкість наплавлення.

$$t_o = \frac{1}{V_c} = \frac{1}{0,3} = 3,3 \text{ хв}$$

$t_{\text{доп}} = 0,25$ хв – допоміжний час на огляд поверхні перед наплавленням;

$L = 18,59$ м - довжина шву, що наплавляється;

$t_{\text{нв}}$ – час, пов'язаний з наплавленням виробу, складається з часу:

$t_{\text{вс}} = 6$ хв - час, що припадає на встановлення одного колеса.

$t_{\text{кар}} = 0,5$ хв - час на підйом та опускання каретки, хв;

$t_{\text{авт}} = 2,2$ хв – час на встановлення та відключення автомата (час на встановлення зварювальної головки по осі шва, натискання кнопки тощо).

$$t_{\text{вн}} = t_{\text{кар}} + t_{\text{вс}} + t_{\text{авт}} = 2,2 + 6 + 0,5 = 8,7 \text{ хв}$$

$k = 1,13$ – коефіцієнт, враховує витрати обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби зварювальника.

Отже, час, що йде на наплавлення колеса, буде такий:

$$t_{\text{шт}} = [(t_o + t_{\text{доп}})L + t_{\text{вн}}]k = [(3,3 + 0,25) \cdot 18,59 + 8,7] \cdot 1,13 = 84,4 \text{ хв}$$

Визначаємо норму часу на операцію на технічний огляд і контроль після наплавлення. Норму часу для одного колеса приймаємо рівною $t_{\text{шт}} = 2,5$ хв.

Отримані дані зведемо у табл. 5.5.

Таблиця 5.5 - Технологічний процес наплавлення колеса

№	Найменування операції	Штучна норма часу, год
1	Зачищення, слюсарна обробка	0.67
2	Наплавлення колеса	1.41
3	Технічний огляд і контроль після наплавлення	0.04
	$t_{\text{шт}}$	2.12

5.3 Техніко-економічне обґрунтування ділянки для наплавлення

Основою розрахунку ділянки для наплавлення зношених коліс трамваїв є виробнича програма наплавлення виробів у штуках.

У цьому дипломному проєкті здійснюється наплавлення коліс трамваїв. Річна програма наплавлення $N = 10000$ штук. Розрахунок виробничої програми наплавлення деталей на рік наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок виробничої програми наплавлення виробів на рік

Виріб	Норма часу на виріб, год	Виробнича програма	
		шт.	н/год
Колесо трамвая	2.12	10000	21200

Вартість матеріалів та розрахунок потреби у матеріалах наведено у табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок потреби в матеріалах та їх вартість

Найменування матеріалу	Норма витрат		Ціна за тону матеріал., грн.	Вартість на програму, тис. грн.
	на виріб, кг	На програму, т		
Дріт Св-08ХМ	7.78	77.8	42000	3267.6
Флюс АН-47	5.2	50.2	30000	1506
Всього				4773.6

Транспортно-заготівельні витрати складають 10 % від вартості матеріалів.

Балансова вартість матеріалів з урахуванням транспортно-заготівельних витрат:

$$Q_{\text{матер.}} = 4773600 + 477360 = 5250960 \text{ грн.}$$

5.4 Розрахунок основних фондів та площі ділянки

На даній ділянці для наплавлення прийнятий двозмінний режим роботи при п'ятиденному робочому тижні – 40 годин. Тривалість робочої зміни 8 годин. Номінальний фонд часу роботи обладнання для двозмінного режиму роботи прийнятий 4000 годин. Ефективний (дійсний) фонд часу роботи обладнання за рік визначається за формулою:

$$F_{\text{еф}} = F_{\text{ном}} \cdot (1 - K_{\text{в}}), \quad (5.2)$$

де $F_{\text{ном}}$ – номінальний фонд часу роботи устаткування;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт витрат часу на ремонт та обслуговування обладнання, приймається 3 – 10 % від номінального фонду. Приймаємо $K_{\text{в}} = 0,07$.

$$F_{\text{еф}} = 4000 \times (1 - 0,07) = 3720 \text{ год}$$

До складу основних фондів ділянки входять обладнання, будівлі, цінний інструмент і пристосування. Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою:

$$G_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\text{еф}}}, \quad (5.3)$$

де G_0 – розрахункова кількість обладнання, од.;

m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу на i -тої операції, н/год;

N_i – річна виробнича програма i -того виробу, од.;

$F_{\text{эф}}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Прийнята кількість обладнання встановлюється шляхом округлення до цілої величини.

Коефіцієнт завантаженості обладнання визначають за формулою:

$$K_z = \frac{G_o}{G_{po}} \quad (5.4)$$

де G_{po} – прийнята кількість обладнання, од.

Необхідну кількість столів для очищення, та контролю розраховуємо за формулою 5.3:

$$G_o = \frac{0,67 \times 10000}{3720} = 1,8$$

Прийняту кількість столів визначаємо округленням до цілої величини і приймаємо $G_{po} = 2$ шт.

Коефіцієнт завантаженості обладнання розраховуємо за формулою 5.4:

$$K_z = \frac{1,8}{2} = 0,9$$

Необхідну кількість автоматичних установок для наплавлення розраховуємо за формулою 5.3:

$$G_o = \frac{1,41 \times 10000}{3720} = 3,79$$

Прийняту кількість установок визначаємо округленням до цілої величини і приймаємо $G_{po} = 4$ шт.

Коефіцієнт завантаженості обладнання розраховуємо за формулою 5.4:

$$K_z = \frac{3,79}{4} = 0,95$$

Основні фонди дільниці та розрахунок амортизаційних відрахувань наведено у табл.5.7.

Таблиця 5.7 - Основні фонди дільниці їх структура та амортизаційні відрахування

Групи основних фондів	Балансова вартість, грн.	Термін експлуатації, роки	Річні амортизаційні відрахування, грн.
Приміщення	1768000	45	39288.89
Автомат А1416	480000	15	32000
Інструмент та пристосування	24000	5	4800
Виробничий інвентар	9600	3	3200
Усього	2281600		79288.89

5.5 Праця та заробітна плата

Чисельність основних робітників на нормованих роботах наплавної дільниці за кожною професією визначається за формулою:

$$R_o = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\text{эф}}^p}, \quad (5.5)$$

де $F_{\text{эф}}^p = 1860$ год – ефективний фонд роботи робітника на рік;

m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -ої операції, ч;

N_i – норма часу i -ої операції, шт.

Кількість слюсарних робітників дорівнює:

$$R_o = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\text{эф}}^p} = \frac{10000 \times 0,67}{1860} = 3,6$$

Приймаємо $R_{\text{ослесар}} = 4$ чол.

Кількість робітників, що наплавляють деталь:

$$R_o = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\text{эф}}^p} = \frac{10000 \times 1,41}{1860} = 7,58$$

Приймаємо $R_{\text{о напл.}} = 8$ чол.

Чисельність допоміжних робітників визначається за нормами обслуговування та за робочими місцями. Для дільниці необхідні: 2 налаштувальника, 2 водія, 2 контролера.

Визначення потреби в ІТП проводиться на підставі структури управління: 1 інженер-технолог, 2 майстри. Обов'язки майстра без бригадира виконує бригадир.

Для забезпечення нормального перебігу технологічного процесу наплавлення коліс трамваїв потрібні робітники відповідних кваліфікацій. Зведена відомість чисельності робітників наведена у табл. 5.8.

Таблиця 5.8 - Зведена відомість чисельності робітників

Професія	Форма оплати працівника	Кількість робітників, чол.	За розрядами		За змінами	
			4	5	1	2
Наплавлювальник	Відрядна	12	4	8	4	4
Слюсар					2	2
Разом		12	4	8	6	6
1.Налаштувальн.	Погодинна	2		2	1	1
2. Водій	Погодинна	2	2	–	1	1
3.Контролер	Погодинна	2	2	–	1	1
Разом		6	4	2	3	3
Інженер-технолог	Окладна	1			1	-
Майстер	Окладна	2			1	1
Всього		21			11	10

5.6 Фонд оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується працівникам підприємства, утворює фонд заробітної плати. Фонд заробітної плати розраховується згідно з прийнятими формами і системами оплати праці [27]. Цей показник

розраховується окремо по кожній групі працівникам, і в цілому по ділянці. Річний фонд зарплати складається з тарифного фонду, доплат, і премій. Тарифний фонд заробітної плати основних працівників - відрядників розраховується по формулі:

$$Z_{\text{відр.}} = N_i \sum_{i=1}^n P_i, \quad (5.6)$$

де N_i - річна виробнича програма, шт;

n - кількість операцій технологічного процесу;

P_i - розцінка на операцію розраховується по формулі:

$$P_i = c_i \cdot t_i, \quad (5.7)$$

де c_i - годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн;

t_i - норма часу на операцію, год.

Розрахунок розцінок зведений в таблиці 5.9

Таблиця 5.9 – Розрахунок розцінок за операціями

Працівник	Норма часу, год	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Розцінок, грн
Слюсар	0,67	4	70	46,9
Наплавлювальник	1,41	5	80	112,8
Всього				159,7

Тарифний фонд заробітної плати основних працівників складає:

$$Z_{\text{відр.}} = 159,7 \times 10000 = 1597000 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна основних робітників, премії з фонду зарплати 60 %:

$$Z_{\text{доп.}} = 1389000 \times 0,6 = 958200 \text{ грн.}$$

Премії з прибутку 15 % від фонду зарплати становитиме:

$$Z_{\text{пр.}} = (1597000 + 958200) \times 0,15 = 383280 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати допоміжних працівників погодинників визначається за формулою:

$$Z_{\text{доп.}} = C_1 \cdot K_{\text{тар.серед.}} \cdot F_{\text{эф.}} \cdot R_{\text{доп}}$$

де C_1 – часова тарифна ставка 1-го розряду;

$R_{\text{доп}}$ – чисельність робітників, осіб;

$K_{\text{тар.серед.}}$ – середній тарифний коефіцієнт, $K_{\text{тар.серед.}} = 1,31$.

Отже річний тарифний фонд допоміжних працівників буде дорівнювати:

$$Z_{\text{доп.}} = 48 \cdot 1,31 \cdot 1860 \cdot 6 = 701741$$

Відрахування до єдиного соціального внеску розраховуються згідно діючого законодавства 22 %. Фонд оплати праці наведено в табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Фонд оплати праці

Категорія працівників	Чисельність, чол.	Фонд заробітної плати, грн		Премія з прибутку, грн	Фонд оплати праці, грн	Середня заробітна плата на місяць, грн	Відрах. до ЄСВ, грн
		Тарифн.	Додатк.				
Основні	12	1597000	833400	333360	2555760	17748	562267
Допоміжні	6	701741	350870	105261	1157872	16081	239293
Майстер дільниці	2	256800	128400	38520	423720	17655	93218
Інженер-технолог	1	158400	79200	23760	261360	21780	57499
Всього	21	2505941	1391870	500901	4398712		952277

5.7 Собівартість виробу

Собівартість виробу визначається усіма витратами дільниці за наступними статтями прямих і непрямих витрат.

5.7.1 Прямі витрати

1. Основні та допоміжні матеріали – 5250960 грн.
2. Основна заробітна плата основних робітників – 1389000 грн.
3. Додаткова заробітна плата основних робітників – 833400 грн.
4. Відрахування до єдиного соціального внеску – 562267 грн.
5. Паливо та енергія на технологічні цілі – 131658.5 грн.

В статтю 5 має бути включено розрахунок вартості палива та енергії на здійснення технологічного процесу, виходячи із норм витрат за одиницю виробу. Витрати на силову електроенергію знаходимо за формулою:

В статтю 5 має бути включено розрахунок вартості палива та енергії на здійснення технологічного процесу, виходячи із норм витрат за одиницю виробу. Витрати на силову електроенергію знаходимо за формулою:

$$З = Sk \cdot W, \quad (5.8)$$

де $Sk = 2,68$ грн. – вартість 1 кВт електроенергії;

W – річні витрати електроенергії яка споживається обладнанням:

$$W = \sum P_d \cdot F_{до} \cdot \eta_s, \quad (5.9)$$

де $\sum P_d = 14,2$ кВт - сумарна потужність електрообладнання;

$F_{до}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\eta_s = 0,93$ - коефіцієнт завантаження обладнання по потужності.

$$W = 14,2 \times 3720 \times 0,93 = 49126,3 \text{ кВт} \cdot \text{годин}$$

$$З = 2,68 \times 49126,3 = 131658,5 \text{ грн}$$

5.7.2 Непрямі витрати

Непрямі витрати є комплексними і містять декілька статей витрат, кожна з яких в свою чергу розраховується за відповідними статтями.

Стаття «Витрати на утримання і експлуатацію устаткування» є комплексною й охоплює такі витрати:

1. Утримання робочих місць і устаткування:
 - вартість силової електроенергії;
 - витрати на стиснене повітря, технічну воду, допоміжні матеріали;
2. Заробітна плата допоміжних робітників з відрахуваннями на соціальне страхування;
3. Поточний ремонт устаткування й дорогих інструментів;
4. Амортизація устаткування й дорогих інструментів;
5. Зношування малоцінних і швидкозношуваних предметів;
6. Інші витрати.

Цю статтю розраховуємо збільшено. За даними базового підприємства ухвалюємо відсоток ВУЕО рівним 500 % (від тарифної заробітної плати основних виробничих робітників).

$$\text{ВУЕО} = 1597000 \times 5 = 6945000 \text{ грн}$$

Стаття «Загальновиробничі витрати» (ЗВВ) – це витрати на керування в межах цеху, дільниці. Стаття є комплексною й охоплює такі витрати:

1. Утримання цехового персоналу - річний фонд заробітної плати фахівців і керівників з відрахуваннями на соціальне страхування;
2. Утримання приміщень і інвентарю:
 - вартість освітлювальної електроенергії;
 - вартість води на побутові споживи, пару для опалення, допоміжні матеріали та ін.
3. Поточний ремонт будинків і інвентарю;
4. Амортизація будівлі й споруджень;
5. Витрати на проведення досліджень, раціоналізаторство й винахідництво;
6. Витрати на охорону праці й техніку безпеки;
7. Інші витрати.

Цю статтю розрахуємо збільшено. За даними базового підприємства ухвалюємо відсоток ЗВВ рівним 300% (від тарифної заробітної плати основних виробничих робітників).

$$\text{ЗВВ} = 1597000 \times 3 = 4167000 \text{ грн}$$

Загальногосподарські (ЗГВ) або адміністративні витрати - це витрати на керування, виробниче й господарське обслуговування на рівні підприємства, дільниці.

Сума загальногосподарських витрат визначається розрахунком або збільшенням в % до тарифної заробітної плати основних виробничих робітників (150 %).

$$\text{ЗГВ} = 1597000 \cdot 1,5 = 2083500 \text{ грн}$$

Витрати на збут вміщують витрати пов'язані з утриманням складів готової продукції, витрати на упаковку, транспортування готової продукції і інші (2 % виробничої собівартості).

Собівартість виробничої програми та одиниці продукції розраховується на основі складання калькуляції собівартості продукції табл. 5.11.

Таблиця 5.11 – Калькуляція собівартості наплавлення

№ п/п	Статті витрат	Витрати	
		всього витрат, грн.	на одиницю виробу, грн.
1	Основні та допоміжні матеріали	5250960	525,1
2	Основна заробітна плата основних робітників	1597000	159,7
3	Додаткова заробітна плата основних робітників	833400	83,34
4	Відрахування до єдиного соціального внеску основних робітників	562267	56,23
5	Паливо та енергія на технологічні цілі	131658,5	13,17
6	Витрати на утримання і експлуатацію	6945000	694,5
7	Загальновиробничі витрати	4167000	416,7
8	Собівартість виробнича	19279285,5	1927,93
9	Адміністративні витрати	2083500	208,35
10	Витрати на збут	385585,71	38,56
11	Собівартість повна	21748371,21	2174,84

5.8 Економічне обґрунтування запропонованої технології

Економічна ефективність прийнятих проектних рішень визначається з допомогою економічного аналізу, який зводиться до визначення і зіставлення показників економічної ефективності базового і проектного технологічного процесу [28].

Розрахунок річного економічного ефекту від застосування нового технологічного процесу проводиться за формулою:

$$E = (C_{\text{б}} - C_{\text{п}}) \cdot N \quad (5.10)$$

де $C_{\text{б}}$ – собівартість виробу за базовою технологією, грн;

$C_{\text{п}}$ – собівартість виробу виготовленого за проектною технологією, грн;

N – річна програма випуску.

$$E = (2250 - 2174,84) \times 10000 = 751600 \text{ грн}$$

5.9 Ефективність та результативність

Оцінку ефективності та результативності діяльності можна здійснити за показниками:

1. Річний випуск виробів
 - в натуральному вимірі, одиниць;
 - за трудомісткістю, нормо-годин;
 - в грошовому виміру, грн.;
2. Виробнича площа ділянки, м²;

3. Вартість основних засобів, грн;
4. Чисельність персоналу за списком, осіб в тому числі:
 - основні робітники
 - допоміжні робітники
 - керівники і спеціалісти
5. Фонд оплати праці, грн.;
6. Середня заробітна плата на місяць, грн.;
7. Продуктивність праці одного працівника, грн./осіб

$$\text{ПП} = C_n / R \quad (5.11)$$

де C_n – повна собівартість виробів за рік, грн;

R – чисельність персоналу, осіб;

$$\text{ПП} = 21748371,21/21 = 1035636,72 \text{ грн/осіб}$$

8. Фондовіддача, грн/грн:

$$f = C_n / \Phi_{\text{осн}} \quad (5.12)$$

де $\Phi_{\text{осн}}$ – основний капітал, грн.;

$$f = 21748371,21/2281600 = 9,53 \text{ грн/грн}$$

9. Коефіцієнт завантаження обладнання ділянки;
10. Фондомісткість, грн/грн

$$f = \Phi_{\text{осн}} / C_n \quad (5.13)$$

$$f = 2281600/21748371,21 = 0,1 \text{ грн/грн}$$

11. Собівартість одиниці продукції, грн.;

12. Економічний ефект за розрахунковій рік, грн;

Розрахунок показників ефективності та результативності наведений в табл. 5.12.

Таблиця 5.12 – Показники ефективності та результативності

№ п/п	Найменування показника	Значення показника
1	Річний випуск виробів: – в натуральному вимірі, деталей – за трудомісткістю, нормо-годин – в грошовому виміру, грн.	10000 21200 21748371,21
2	Виробнича площа ділянки, м ²	216
3	Вартість основних засобів, грн.	2281600
4	Чисельність персоналу за списком, осіб: – основні робітники – допоміжні робітники – керівники і спеціалісти	12 6 3
5	Фонд оплати праці, грн	4398712
6	Середня заробітна плата на місяць, грн.	18316
7	Продуктивність праці одного працівника, грн./осіб	1035636,72
8	Фондовіддача грн/грн	9,53
9	Фондомісткість грн/грн	0,1
10	Собівартість одиниці виробу, грн	2174,84
11	Економічний ефект за розрахунковій рік, грн	751600

В результаті розробки технології наплавлення коліс трамваю отримані наступні результати: підвищено якість виробу; збільшено термін служби. Отриманий економічний ефект у розмірі 751600 грн. показує, що технологія наплавлення, запропонована в даному дипломному проєкті економічно ефективна. Рекомендовано використовувати дану технологію у виробництві.

ВИСНОВКИ

Застосування зносостійких матеріалів являється високоефективним методом підвищення строку служби деталей. Але у багатьох випадках працездатність обладнання може бути підвищена за рахунок раціонального вибору типу обладнання та технології основного виробництва, яке забезпечує мінімальний знос деталей.

В даній магістерській роботі була вивчена проблема підвищення зносостійкості бандажів колісних пар вагону трамваю Т-3М. В ході роботи була застосована технологія автоматичного наплавлення під шаром флюсу. Вибране обладнання дозволило налагодити безперебійний процес відновлення деталей. У якості матеріалу для наплавлення був вибраний дріт Св-08ХМ, який наплавляли під флюсом АН-47. Наплавлений шар має високу зносостійкість і необхідну твердість. Такич чином було досягнуто підвищення строку служби коліс трамваю у 1.3 – 1.5 рази.

Проведені економічні розрахунки показали, що при використанні даної технології економічний ефект склав 751600 грн на рік. Не дивлячись на збільшення собівартості отриманої продукції, економічний ефект був отриманий за рахунок підвищення строку експлуатації деталей.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. М.С. Черток Ремонт та обслуговування рухомого складу трамваїв. – М.: «Стройиздат», 1999.–12с.
2. Попов В.С., Брыков Н.Н. Металловедческие аспекты износостойкости сталей и сплавов.– Запорожье: ИПК «Запорожье», 1996. – 180с.
3. М.Д. Иванов, Трамвайные вагоны Т-3, 1977, 240 с.
4. Иванов М.Д., Алпаткин А.П., Иеропольский Б.К. Устройство и эксплуатация трамвая – М.: Высшая школа, 1977. – 32с.
5. Бондаревский Д. И., Черток М. С, Пономарев А. А. Трамвайные вагоны РВЗ-6М2 и КТМ-5М3 Изд-во «Транспорт», 1975 г. 256 с.
6. И.И. Ивашков Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин. – М.: «Машиностроение», 1981. – 335с.
7. Крагельский И.В. Трение и износ. М.: Машиностроение, 1968. – 480с.
8. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Исследование изнашивания металлов. М.: Изд. АН СССР, 1970. – 351с.
9. Костецкий Б.И. Сопротивление изнашивания деталей машин. М.: Машгиз, 1981, 478с.
10. Костецкий Б.И. Поверхностная прочность материалов при трении. К.: Техника, 1976. – 296с.
11. Наплавочные порошковые ленты и проволоки. Справочник. К.: «Техника», 1991. – 36с.
12. Технологическая инструкция «Восстановление колес грузоподъемных кранов и тележек механизированной наплавкой под слоем флюса» – З.: «Запорожсталь», 1995. – 12с.
13. «Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин» под ред. Попова В.С. Запорожье: ИПК «Запорожье», 2000. – 394с.

14. Фрумин И.И. Автоматическая наплавка под флюсом. К.: Наукова думка, 1959. – 112с.
15. Л.С. Малинов, Е.Я. Харланова, А.А. Колечко и др. Новый наплавочный материал для повышения долговечности колес трамваев // Сварочное производство, 1988. – №9. – с.18-20.
16. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Машиностроение, 1981. – 541с.
17. Попов В.С., Брыков Н.Н. Металловедческие аспекты износостойкости сталей и сплавов. Запорожье: ИПК «Запорожье», 1996. – 180с.
18. С.И. Думов Технология электрической сварки плавлением. Л.: Машиностроение, 1987. – 461с.
19. Зайцев Б.Г., Шевченко А.С. Справочник молодого токаря. – М.: Машиностроение, 1989. – 367с.
20. Шехтер С.Я. Восстановление оборудования механизированной наплавкой. М.: Металлургия, 1965. – 261с.
21. Шехтер С.Я. Опыт механизированной наплавки крановых колес на Алчевском металлургическом заводе // Автоматическая сварка. – 1962. – №3. – с.32-35.
22. В.Н. Волченко Контроль качества сварных конструкций. М.: Машиностроение, 1986. – 152с.
23. Чвертко А.И., Тимченко В.А. Унифицированное оборудование для автоматической и механизированной дуговой сварки и наплавки. – К.: Наукова Думка, 1987.–384с.
24. Методические указания к выполнению курсовой работы и дипломному проектированию по организации и планированию производственного участка для Студенов специальностей 0503, 0504 / Сост. М.Ф. Новиков, Л.К. Фатюха.–Запорожье: ЗМИ, 1986.–24с.
25. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов: «Учебник для вузов по специальности «Оборудование и технология сварочного производства».–М.: Машиностроение, 1980.–319с.

26. Грачева К. А. Экономика, организация и планирование сварочного производства.- М.: Машиностроение, 1984.-312 с.
27. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов для студентов специальности «Оборудование и технология сварочного производства» / Сост. Леженко Э.А. – Запорожье: ЗГТУ, 1997.– 36 с.
28. Методические указания к дипломному проектированию раздела «Охрана труда и окружающей среды / Сост. В.П. Пархоменко, А.А.Потуремец, А.Н. Савчук и др. – Запорожье: ЗМИ, 1986.– 48с.