

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Зварювальний факультет
Кафедра інженерії поверхні

«На правах рукопису»
УДК 621.791.925

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

І.В. Смирнов

« 06 » 12 20 19 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему: «Відновлення букси залізничного вагону наплавленням»

Виконав :

студент II курсу, групи ЗП-81мп

Кругляк Андрій Миколайович

Керівник:

Проф. каф. Інженерії поверхні, д.т.н., проф. Пащенко В.М.

Консультант з охорони праці:

Зав. каф. охорони праці, промисловості та цивільної
безпеки д.т.н., проф., Левченко О.Г.

Рецензент: к.т.н. доц Перепічай А.О.

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент Кругляк А.М.

Київ – 2019 року

РФЕРАТ

Актуальність теми: за рахунок високого використання залізничного транспорту в країні тема магістерської дисертації є дуже актуальною. Перспективною технологією відновлення і підвищення зносостійкості литих деталей вантажних вагонів може бути метод дугового наплавлення легованими зносостійкими матеріалом для наплавлення.

Мета роботи: розроблення технологічного процесу відновлення букси залізничного візка електродуговим наплавленням. Показати що при відновленні букси ми заощаджуємо час і кошти в порівнянні з виготовленням нової деталі. І після отриманого покриття деталей має більший термін експлуатації.

У магістерській дисертації розглядається: в результаті аналізу технічної літератури, вивчення дефектів та спрацювань букси, розроблено ремонтне креслення деталі та схема технологічного процесу його відновлення електродуговим наплавленням.

Об'єктом дослідження: корпус букси залізничного вагону.

Предмет дослідження: розробка технологічного процесу відновлення корпусу букси.

Науковою новизною є: підвищення зносостійкості букси електродуговим наплавленням за рахунок правильно підібраної технології і підібравши марку дроту для нанесення покриття .

Дипломний проект включає в себе: розрахунково-пояснювальну записку та графічну частину. Розрахунково-пояснювальна записка складається з реферату, 4 частин, висновків, перелік посилань, та додатків. Обсяг роботи: 82 арк. формату А4 та графічної частини - 8 аркушів формату А1.

Ключові слова: букса залізничного візка, електродугове наплавлення, нанесення покриття.

ABSTRACT

The relevance of the topic: due to the high use of rail transport in the country, the topic of the master's thesis is very relevant. A promising technology for restoring and improving the durability of cast parts of freight wagons may be the method of arc surfacing by alloyed durable surfacing material.

Purpose of the work: development of technological process of renewal of the trolley of a railway trolley with electric surfacing. To show that when rebuilding the axle, we save time and money compared to making a new part. And after the coating is obtained, the part has a longer life.

The master's thesis deals with: as a result of the analysis of the technical literature, the study of defects and actuations of the axle, the repair drawing of the part and the scheme of the technological process of its restoration by electric arc surfacing are developed.

The object of study: the housing of the axle box rail.

Subject of research: development of technological process of restoration of the housing of the box.

The scientific novelty is: increasing the durability of the box by electric arc surfacing due to the correctly selected technology and picking up the brand of wire for coating.

The diploma project includes: an explanatory note and a graphic part. The explanatory note consists of an abstract, 4 parts, conclusions, a list of references, and appendices. Scope of work: ark. A4 size and graphic part - A1 sheets.

Keywords: axle box carts, electric arc surfacing, coating.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	7
Вступ.....	8
1 Конструкторський і технологічний аналіз виробу	10
1.1 Конструкція і умови роботи букси	10
1.2 Аналіз основного матеріалу виробу	14
1.3 Основні види зношування деталі	16
1.4 Способи та методи захисту відновлення букси.....	20
2 розробка технології підвищення зносостійкості робочої поверхні букси	31
2.1 Вибір матеріалу покриття	31
2.2 Вибір основного технологічного обладнання.....	35
2.3 Розрахунок основних пристроїв та вузлів.....	39
2.4 Розробка технологічного процесу.....	45
3 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	53
4 Стартап проект.....	64
Загальні висновки.....	78
Перелік посилань.....	79
Додатки.....	82

Перелік умовних скорочень

σ_B - Межа короткочасної міцності

σ_T - Межа пропорційності (межа текучості для залишкової деформації)

δ_5 - Відносне подовження при розриві

ψ - Відносне звуження

α – Коефіцієнт лінійного розширення

A - струм

B - напруга

HRC- твердість

ВСТУП

Збільшення розмірів обладнання, підвищення його швидкодії і продуктивності супроводжуються посиленням умов роботи його вузлів і механізмів. Збільшення терміну служби деталей машин можна забезпечити шляхом утворення на поверхні цих деталей і елементів верств або покриттів, що володіють високим рівнем необхідних властивостей - корозійної стійкості при високих температурах, зносостійкості, твердості, жаростійкості та ін.

Такий шлях представляє значні резерви економії сировинних ресурсів. Застосування технології поліпшення властивостей поверхні матеріалів розширює перспективу проектування і виробництва різного устаткування з більш високим рівнем експлуатаційних показників, що, в свою чергу, дозволяє скоротити споживання енергії і підвищити продуктивність праці в різних галузях промисловості.

При розробці технології виробництва будь-якої продукції розробники прагнуть зменшити трудомісткість, підвищити якість і продуктивність настільки, наскільки це доцільно з точки зору витрат, необхідних для провадження цієї технології.

Як показує практика, велика кількість литих деталей вантажних вагонів, у тому числі і деталі п'яткових вузлів, після досягнення гранично допустимого зносу підлягають відновленню методами дугового наплавлення з наступною механічною обробкою до креслярських розмірів.

З позиції відтворення машин економічна доцільність ремонту обумовлена можливістю повторного використання більшості деталей як придатних, так і гранично зношених після відновлення. Це дозволяє здійснювати ремонт в більш короткі терміни з меншими витратами металу в порівнянні з витратами при виготовленні нових деталей.

Наплавляють матеріали, що застосовувалися до теперішнього часу на ремонтних підприємствах залізничного транспорту, забезпечували міжремонтний пробіг відремонтованих деталей близько 110 тис. км. За весь термін служби деталей підлягала ремонту наплавленням більше 10 разів. Таким

чином, щорічні витрати на відновлення литих деталей вантажних вагонів залізничного транспорту України обчислюється мільйонами гривень.

Перспективною технологією відновлення і підвищення зносостійкості литих деталей вантажних вагонів може бути метод дугового наплавлення легованими зносостійкими наплавлювальними матеріалами,

На теперішній час найбільш продуктивним способом відновлення металевих деталей є наплавлення. Причому, чим досконаліший процес наплавлення, тим якісніше покриття та захист деталі. Крім того, відновлення деталі наплавленням, як процес відновлення, ремонту, значно дешевше ніж заміна на нову деталь. Тому дугове наплавлення, зношених деталей, часто зводиться до доведення розмірів і поліпшення якості поверхонь деталей.

Наплавлення – це процес нанесення за допомогою зварювання шару металу на поверхню виробу

Наплавлення застосовують при виготовленні нових та відновленні зношених деталей. В першому випадку технічний та економічний ефект досягається за рахунок отримання біметалічних сполучень з оптимальним поєднанням властивостей металів – основного і наплавленого. При ремонтному відновленні наплавлення ефективно завдяки тому, що відновлена деталь часто коштує в декілька разів менше нової деталі і при правильному виборі технології відновлення не поступається їй за працездатністю.

В даному випадку проводиться наплавлення при відновлення деталі – підп'ятник залізничного візка. Актуальність даної проблеми полягає в тому, що правильна розробка технологічного процесу (вибору матеріалів для наплавлення, режиму, обладнання) дозволяє зменшити витрати при виготовленні деталі.

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ І ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВИРОБУ

1.1 Конструкція і умови роботи букси

Букси призначені для передачі навантаження від візка або рами кузова вагона на шийки осей, а також для обмеження поздовжнього і поперечного переміщення колісної пари при русі вагона.

Одночасно з цим букси служать для розміщення осьового масла, пристроїв подачі масла під підшипник. Крім того корпус букси забезпечує захист шийки осі, підшипника і мастила від забруднення і атмосферних опадів.

Букса є дуже важливим вузлом рухомого складу і підлягає зовнішньому огляду під час кожної стоянки на станціях локомотивними бригадами (для вагонів - оглядачами вагонів). При зовнішньому огляді протилежною частиною від долоні доторкаються до корпусу букси, і якщо вона має високу температуру (гаряча) - це означає, що букса пошкоджена. Зазвичай під час пошкодження корпус букси має дуже високу температуру, тому створені наземні пристрої, які перевіряють стан букс під час проходження через них поїзда.

Розміщується букса в візках між буксовими напрямними (щелепами), що входять в пази корпусу букси. Є конструкції візків, в яких переміщення букс, а отже, і колісних пар щодо рами візка обмежується пружною деформацією пружин.

Складається букса з корпусу, підшипників і деталей, що ущільнюють корпус як з переднього торця, так і з боку колеса. Корпус букси служить резервуаром для змащення, конструкція його забезпечує захист внутрішньої порожнини від забруднення і обводнення. В окремих конструкціях букс є додаткові пристрої для закріплення підшипників на шийці осі, полегшення їх зміни, а також пристрої для підведення мастила до поверхонь, що труться.

Корпус букси призначений для розміщення елементів буксового вузла і мастила. Конструкція корпусу букси визначається схемою спирання рами візка

на буксовий вузол і різниться також конструктивним оформленням лабіринтової частини.

У вагонах застосовують корпуси букс типів:

- щелепні
- без опор під ресорні комплекти, але з направляючими пазами для щелеп бічної рами візка
- для вантажних вагонів і безщелепні
- з опорними кронштейнами під пружини ресорних комплектів
- для пасажирських вагонів.

Букси вантажних вагонів мають як цілісні, так і складові корпуси, букси пасажирських вагонів - тільки цільні.

Про лабіринтовому ущільненні треба сказати докладніше.

У буксі є місце зіткнення корпусу з крутною віссю, яке неодмінно має бути ущільненим, щоб перешкоджати попаданню бруду ззовні.

На деяких тепловозах, наприклад, для цього використовується повстятий сальник, укріплений на задньої стінки букси і що стосується осі, що проходить через його центральний виріз. На вагонних буксах з підшипниками ковзання (які давно вже не вживаються) застосовувалася кругла гумова «гармошка». На сучасних вагонах зроблено просто і надійно: є два кільця з круговими канавками, вставленими одна в другу. Лабіринтове кільце (зображено жовтим кольором) насаджено на вісь і обертається разом з нею. Лабіринт корпусу букси нерухомий. Щоб бруд проникла всередину корпусу, їй треба подолати непростий шлях - показаний стрілками на рис 1.

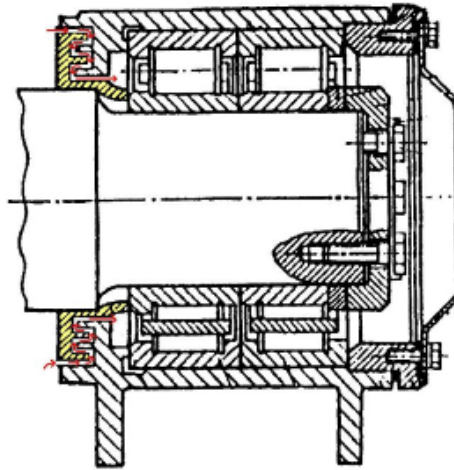


Рисунок. 1.1 - Буксовий вузол вантажного вагона

Лабіринтове кільце і лабіринтова частина корпусу, утворюючи чотирьох камерне безконтактне ущільнення, перешкоджають витіканню змащення з букси і потрапляння в неї механічних домішок. Крім герметизації корпусу з внутрішньої сторони, кільце фіксує положення корпусу букси на шийці осі і внутрішнього кільця заднього роликового підшипника.

Кільце насаджують на перепліт маточини частини осі в гарячому стані при температурі 125-150 ° С. Після охолодження кільце утримується на осі за рахунок натягу 80-150 мкм. Кільця виготовляють зі сталі Ст. 5.

У стінках передньої частини корпусів роблять отвори з нарізкою під болти М20 для закріплення кріпильних кришки.

Корпус букси вантажного вагона з боків має припливи і пази для з'єднання з бічною рамою візка. Для рівномірного розподілу навантаження між роликами уздовж твірної на стелі букси зроблені ребра жорсткості, також ребра для опори рами візка. Корпуси букс відливають зі сталі марок 20ФЛ, 20ГЛ, 25Л. З метою отримання дрібнозернистої структури виливки корпус піддаються термічній обробці.

Корпус букси вантажного вагона (рис 2) в нижній частині по обидва боки має кронштейни з отворами для шплінтів. На кронштейни спираються пружини буксового підвішування, а на них - рама візка.

Оглядовий кришку приєднують до кріпильних за допомогою чотирьох болтів М12. Кришку виготовляють штампуванням зі сталі 10 або з алюмінію АЛ9.

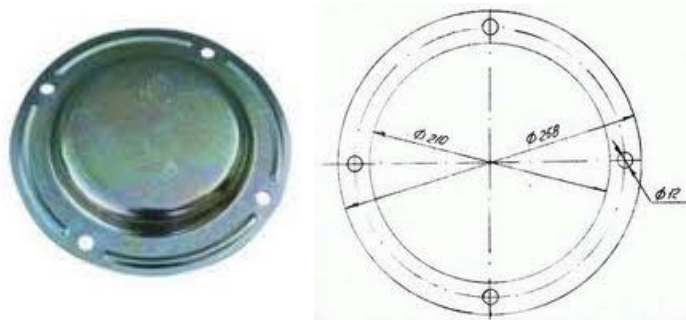


Рисунок 1.4 - Оглядова кришка

1.2 Аналіз основного матеріалу виробу

Букса вантажного вагона з боків має припливи і пази для з'єднання з бічною рамою візка. Для рівномірного розподілу навантаження між роликами уздовж твірної на стелі букси зроблені ребра жорсткості, а також ребра для опори рами візка. Корпуси букс відливають зі сталі марки 20ГЛ ГОСТ 21357 – 87 точніше сталі Гадфільда. У 1882 році англійським металургом Робертом Гадфільда була отримана нова марка сталі з високим вмісту марганцю (11-14,5% Mn, Fe - 82%, Si - 1%, C - 1%)[1]. Головними її властивостями були високий опір зносу при високому тиску або ударних навантаженнях, а також висока пластичність. Незабаром ця проста, але інноваційна розробка знайшла широке застосування в промисловості. Причому ця марка сталі вийшла такою вдалою, що з неї до сих виготовляють траки гусениць танків, тракторів, машин, броньові листи, щоки дробарок, рейкові хрестовини, стрілочні переводи, залізничні колеса що працюють в умовах ударних навантажень і стирання, і навіть віконні решітки в тюрмах. При такому співвідношенні марганцю і вуглецю в складі цієї сталі, вона має аустенітну структуру, яка забезпечує матеріалу підвищену стійкість до зносу і схильність до зміцнення при деформації з ударною в'язкістю і високою пластичністю.

Існує думка, що саме сталь Гадфільда повинна називатися першою легованої сталлю масового виробництва. Через те, що аустеніт має велику

в'язкістю, сталь просто неможливо обробляти за допомогою різання. Ріжучі інструменти для обробки сталі Гадфільда не підходять, тому для виготовлення виробів з цього матеріалу застосовують лиття. Сталь має низьку твердість, але в той же час наділений і надзвичайно високою зносостійкістю при терті в умовах високого тиску і ударів. Це можна пояснити тим, що сталь Гадфільда має підвищену здатність до наклепу, яка у цього матеріалу значно вище, ніж у сталей, що володіють аналогічною твердістю. З метою отримання дрібнозернистої структури виливки корпусу піддаються термічній обробці.

Корпус букси виготовлено із сталі 20ГЛ, основні дані метала наведені у таблицях 1.1 –1.4.

Таблиця 1.1 - Загальні характеристики сталі 20ГЛ

Марка :	20ГЛ
Класифікація :	Сталь для виливків легована
Застосування:	диски, зірочки зубчасті вінці і ін. деталі, до яких пред'являються вимоги по міцності і в'язкості, що працюють під дією статичних та динамічних навантажень

Таблиця 1.2 - Хімічний зміст в % матеріалу 20ГЛ ГОСТ 21357 – 87 [2]

C	Si	Mn	S	P
0.15 - 0.25	0.2 - 0.4	1.2 - 1.6	до 0.04	до 0.04

Таблиця 1.3 - Механічні властивості при $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ матеріалу 20ГЛ ГОСТ 21357 – 87 [2]

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Отливки, К25, ГОСТ 977-88			540	275	18	25	491	Нормализация 880 - 900 ° С, Отпуск 600 - 650 ° С
Отливки, КТ30, ГОСТ 977-88			530	334	14	25	383	Закалка 870 - 890 ° С, Отпуск 620 - 650 ° С
Отливки, ГОСТ 21357-87			500	300	20	35		Нормализация
Отливки, ГОСТ 21357-87			550	400	15	30		Закалка и отпуск
Твердость 20ГЛ ,					HB 10 ⁻¹ = 143 - 187 МПа			

σ_B - Межа короткочасної міцності

σ_T - Межа пропорційності (межа текучості для залишкової деформації)

δ_5 - Відносне подовження при розриві

ψ - Відносне звуження

α – Коефіцієнт лінійного розширення

Таблиця 1.4 - Режими термічної обробки матеріалу 20ГЛ ГОСТ 21357 – 87 [2]

Нормалізація 880 – 900 ° С , Відпуск 600 – 650 ° С
Загартування 870 – 890 ° С , Відпуск 620 – 650 ° С

1.3 Основні види зношування деталі

В більшості випадків зношування є важливою причиною зниження довговічності деталей машин та механізмів. Тому основними питаннями проблеми довговічності є розробка заходів по підвищенню їх зносостійкості. Більшість робіт в цьому напрямі присвячені вивченню зношування в умовах тертя ковзання або котіння.

Аналіз умов експлуатації п'ятникових вузлів вантажних вагонів показав, що деталі цього вузла при роботі в умовах сухого тертя і наявності високих контактних й ударних навантажень мають низьку зносостійкість при інтенсивності зносу робочих поверхонь до 10 мм (залежно від інтенсивності роботи вагона) на 100 тис. км пробігу.

Вузол букси вагона включає п'ятник, що розташовується на перетині хребтової й шворневої балок кузова вагона, та підп'ятник надресорної балки візка. Цей вузол має значні статичні навантаження, на які під час руху вагона накладаються низькочастотні змінні коливання й удари. На підп'ятник передаються значні зусилля, пов'язані з гальмуванням і зіткненням вагонів, що обумовлює знос внутрішньої поверхні зовнішнього бурту і опорної поверхні підп'ятника надресорної балки, а також упорної й опорної поверхонь п'ятника. Процес зносу п'ятникового вузла включає в себе комплекс чинників: механічний знос, абразивний і корозійно-окисний, причому вплив цих чинників відбувається одночасно.

Абразивне зношування — механічне зношування внаслідок дії твердих тіл або твердих частинок, які ріжуть чи дряпають поверхню матеріалу.

На процес абразивного зношування може впливати природа абразивних частинок, агресивність середовища, властивості поверхонь, що зношуються, ударна взаємодія, нагрівання та інші фактори. Загальним для абразивного зношування є механічний характер руйнування поверхні. Тверді тіла або частинки, що взаємодіють з поверхнею матеріалу мають назву «абразивне середовище». У ролі такого середовища можуть виступати:

- нерухомо закріплені тверді зерна, які входять у контакт по дотичній або під невеликим кутом до поверхні деталі;
- не закріплені частинки, які входять у контакт з поверхнею деталі (наприклад, насипні вантажі при їх транспортуванні відповідними засобами, абразивні частинки в ґрунті при роботі сільськогосподарських машин і т.п.);

- вільні частинки, які перебувають у зазорах спряжень деталей;
- вільні абразивні частинки, які затягуються в потік рідиною або газом (гідроабразив).[3]

Механізми абразивного зношування реалізуються у випадку, коли абразивні частинки вступають у контакт із поверхнею металевої деталі по дотичній. Абразивні частинки пружно деформують метал, залишаючись цілими або руйнуючись. Залежно від структури абразивного матеріалу і середовища абразивні зерна можуть втискуватися в це середовище чи відбиватись або навіть виходити із зони контакту. Абразивна частинка втискується в метал деталі, якщо вона має більшу твердість, ніж металічне зерно, і міцність, достатньою для сприйняття навантаження, необхідного для втискування в метал.

Втиснена частинка при русі відносно поверхні може дряпати або зрізувати мікроскопічну стружку.

Окислювальне зношування - відбувається в результаті появи на поверхні тертя захисних плівок внаслідок взаємодії матеріалу і кисню. При цьому відбувається утворення плівок твердих розчинів кисню з матеріалом виробу, що різко змінює властивості труться, і вносить свою специфіку в появу інших видів зношування. Окислювальний процес спостерігається на стінках циліндрів двигунів при неповному згорянні палива і роботі при температурі нижче оптимальної. Швидкість зношування становить 0,1-0,5 мкм /год.

У процесі роботи у вузол тертя потрапляють волога, мастила, абразивні частинки. Слід зазначити, що як для нового, так і для вагона, що пройшов ремонт, характерно застосування графітного мастила за ГОСТ 3333 і графітного «Ж» за ТУ 38.301–48, яке закладається у п'ятниковий вузол. Однак навіть через короткий час експлуатації таке мастило видавлюється уздовж шворня і на бурти, висихає і засмічується частинками зовнішнього середовища.

При вилянні візків на прямій і при вході у криві ділянки колії максимальні значення швидкостей ковзання елементів п'ятника і підп'ятника не

перевищують 10–15 мм/с. У зоні контактування п'ятника і зовнішнього бурту підп'ятника контактні напруги досягають 260 МПа. Тому неминучі пластичні деформації зовнішніх буртів букси і циліндричної поверхні підп'ятника. Питоме динамічне навантаження від тиску п'ятника на підп'ятник на опорній поверхні досягає до 100 МПа [4]. Знос зовнішнього бурту надресорної балки й упорної поверхні п'ятника по діаметру відбувається нерівномірно з утворенням еліпса.

На рисунку наведено зовнішній вигляд зношених поверхонь , букси (а) і п'ятника (б) після пробігу 100 тис. Км

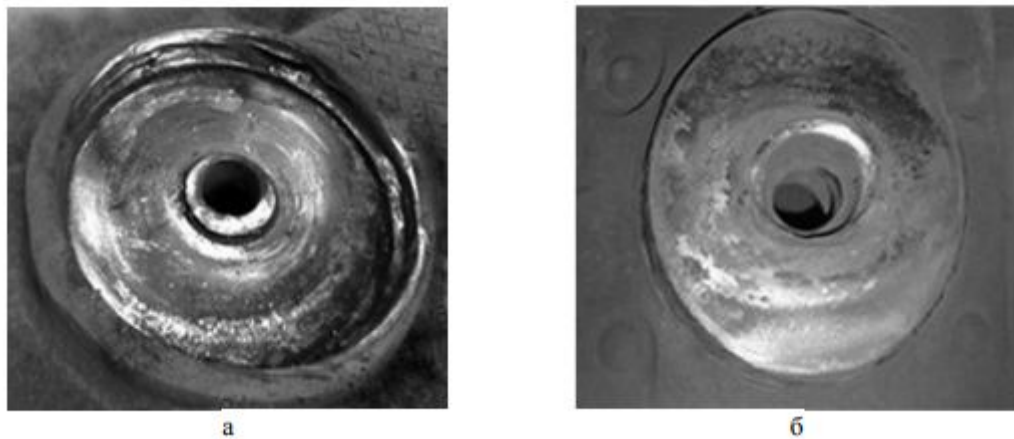


Рисунок 1.5 - Зовнішній вигляд зношених поверхонь букси (а) і п'ятника (б) вантажного вагона після пробігу 100 тис. км

Експлуатаційні випробування вантажних вагонів при різних осьових навантаженнях, проведені в роботі [5], показують, що інтенсивність зносу зовнішнього бурту при навантаженні на вісь 23 т становить 1,2 мм на 100 тис. км пробігу, а інтенсивність зносу упорної поверхні п'ятника – 1,33 мм на 100 тис. км пробігу. Інтенсивність зносу опорних поверхонь підп'ятника і п'ятника становить 0,5 і 0,56 мм відповідно на 100 тис. км пробігу. За наявності ударних навантажень наднормативний знос поверхонь зовнішнього бурту підп'ятника призводить до виникнення тріщини у бурті і на опорній поверхні, а також до відколів бурту. Одночасний наднормативний знос опорних поверхонь п'ятника і підп'ятника призводить до «осаду» п'ятника своєю основою на торцеву поверхню зовнішнього бурту підп'ятника, що

може призвести до заклинювання вузла. Знос опорних і упорних поверхонь підп'ятника надресорних балок, що експлуатувалися на мережі залізниць, досягав 10 мм і більше на сторону. Слід зазначити, що більшість вагонних депо України до недавнього часу не мали верстатного обладнання для механічної обробки підп'ятника й деталей з похилими площами. Статистичні дані зі зносу зовнішнього бурту букси показують, що впровадження протягом останніх двох десятиліть технології ремонту дуговими методами наплавлення низьколегованими зварювальними матеріалами дозволило знизити зношеність підп'ятника, однак з'являється необхідність планового ремонту наплавленням з подальшою верстатною обробкою до креслярських розмірів через кожні 120 тис. км пробігу вагона [6].

1.4 Способи та методи захисту відновлення букси

Починаючи з 90-х років минулого століття через ряд соціально-економічних і політичних причин проявилася гостра проблема нестачі запасних литих деталей вантажного парку вагонів. У зв'язку з цим на ремонтних підприємствах починають розроблятися і знаходять застосування технології відновлення й зміцнення зношених литих деталей вантажних вагонів, у тому числі автозчеплення, надресорна балка, п'ятникові вузли. У цей час знаходить широке застосування технологія відновлення зношених деталей дуговим наплавленням серійними зварювальними матеріалами [7].

Основним показником оцінки економічної ефективності відновлення зношених деталей і визначення доцільності застосування того чи іншого способу відновлення і зміцнення служить відносна собівартість, тобто собівартість відновлення деталей, віднесена до терміну служби її після ремонту.

Доцільним вважається той спосіб відновлення і зміцнення деталі, який повністю відновлює технічну характеристику деталі, при цьому вартість відновлення нижче вартості виготовлення нової деталі, а терміни відновлення коротше.

При нарощуванні шару завтовшки, вимірюваної в сотих частках міліметра, найкраще застосовувати електролітичне покриття хромом; для шару 1,5.2,0 мм ; для шару товщиною 10.12 мм - металізацією.

Якщо допустима деформація деталі, то нарощування може вестися електродуговим наплавленням вручну, автоматичної наплавленням під шаром флюсу.

При роботі деталі в корозійному середовищі застосовують електричне покриття хромом, а в середовищі, сприятливому для розвитку механічного (абразивного) зносу, застосовують електродугове наплавлення твердим сплавом.

Якщо деталь випробовує ударне навантаження, то застосовують електродугове наплавлення; в цьому випадку металізацією має обмежене застосування.

Наплавлення - нанесення розплавленого металу на поверхню деталі, нагріту до температури плавлення. Наплавлення застосовується для відновлення розмірів, а також для підвищення твердості і зносостійкості робочих поверхонь деталей.

Можливість нанесення металевого покриття великої товщини. Це дозволяє виготовляти судини високого тиску зі звичайної сталі з подальшим наплавленням корозійної стійкої сталі на внутрішню поверхню, що є більш економічним порівняно з застосовуваною раніше технологією виготовлення посудин з плакованої сталі одержуваної прокаткою. Наплавлення приносить також великий ефект при відновленні деталей з великою величиною зносу.

Висока продуктивність. При наплавленні валків прокатних станів або посудин високого тиску за допомогою стрічкових електродів продуктивність процесу досягає 15-25 кг / ч.

Відносна простота конструкції і транспортабельність устаткування, пристосованого для виконання робіт поза приміщеннями. Наприклад, наплавлення покритими електродами або напівавтоматична дозволяє ремонтувати зношені деталі землерийних та інших будівельних машин в

польових умовах.

Відсутність обмежень за розмірами поверхонь для наплавлення виробів. Наплавлення можна застосовувати для таких великогабаритних об'єктів, як судини високого тиску атомних реакторів і конуси засипних апаратів доменних печей, тоді як інші способи поверхневої обробки (гаряче або електролітичне металопокриття, цементація і т. д.) мають істотні обмеження за розмірами оброблюваних виробів. Наприклад, товстостінні судини високого тиску можна виготовляти з технологічного сталевго листа з наступним зносостійким наплавленням внутрішньої поверхні, що значно простіше, ніж виготовлення таких судин з плакованого сталевго листа, що не володіє достатньою технологічністю.

Простота виконання, що не вимагає високої кваліфікації зварника. Досить висока кваліфікація зварника необхідна тільки при ручному наплавленні покритими електродами, тоді як при механізованому наплавленні (наприклад, при наплавленні під флюсом) процес значно спрощується. Зварювальник, добре опанувавший зварювання, наприклад, при будівництві будинків і мостів, виробництві хімічного устаткування й інших галузях, може достатньо кваліфіковано виконувати наплавлення.

Можливість нанесення зносостійкого покриття на основний метал будь-якого складу. При зміцненні гарту, Азотуванні та іншими аналогічними способами високий ефект поверхневого зміцнення досягається лише для металу певного складу, тоді як при наплавленні склад і властивості основного металу не мають великого значення. У випадках, коли основний метал має низьку зварюваність, попередньо наносять підшар низьковуглецевої сталі, а потім наплавляють шар твердого металу. Відсутність обмежень за складом сталі для наплавлених виробів дозволяє знизити собівартість виробництва і спростити технологію виготовлення виробів.

Вага наплавленого металу зазвичай незначний по відношенню до ваги деталі. Це пояснюється тим, що у деталі зношується, як правило, невеликий

шар і наплавленням необхідно або відновити його, або створити стійкий проти зносу шар.

Процес наплавлення відрізняється високою економічністю.

Вибір марки наплавочного матеріалу проводиться відповідно до умов роботи відновлюваних деталей і особливостями застосовуваного методу наплавлення.

Шар металу, отриманий наплавленням, міцно з'єднується з основним металом внаслідок утворення металевого зв'язку.

Способи наплавлення визначаються, в основному, застосовуються способом зварювання і можуть бути ручними і механізованими.

Способи ручної наплавлення не забезпечують стабільності процесу, є малопродуктивними і характеризуються важкими умовами праці. Наплавлення вручну застосовується в основному в дрібних друкарнях або в умовах, коли деталь має складну конфігурацію і в цьому випадку не вдається застосувати механізований спосіб наплавлення.

Сварка застосовується для з'єднання зламаних деталей, а також для усунення дефектів, як тріщини, відколи, пробоїни і т.п. Сварка може бути здійснена газовим плем'ям або електричною дугою. Зварюванням швидко, дешево і надійно відновлюють складні і відповідальні деталі поліграфічних машин (циліндри друкованих та барвистих апаратів, станини, стінки, вали та ін. Деталі).

Широко застосовуються такі способи, електродугового механізованого наплавлення деталей:

- вібродугове наплавлення,
- наплавлення відкритою дугою,
- електродугове наплавлення під шаром флюсу.

Вібродугове наплавлення застосовується для відновлення необхідних розмірів деталі і додання заданих властивостей її поверхні шляхом підбору хімічного складу і структури наплавленого металу.

Вібродугове наплавлення, крім високої продуктивності, забезпечує виключно малу зону термічного впливу. Нагрівання деталі під час наплавлення не перевищує 90°C .

Сутність вібродугового наплавлення полягає в наступному. Електрод за допомогою спеціального пристрою вібрує, періодично торкаючись наплавленої деталі. У момент короткого замикання кінець електрода плавиться, і розплавлений метал переноситься на деталь. Застосовується при напавленні охолодження сприяє швидкому затвердінню металу в зоні контакту. Найбільш висока температура в цьому випадку буде на електроді поруч - з застиглим металом.

Для вібродугового наплавлення використовується постійний струм, що виробляється генератором 10 (рис.4.2). Сила струму регулюється дроселем 9 (РСТЕ-24 або РСТЕ-34). Вібратор - електрода складається з хитного важеля 3 і електромагніту 4, що живиться змінним струмом. Пружини 8 сприяють створенню стійких коливань важеля. Електродний дріт проходить через мундштук 2, укріплений на хитному важелі. Автоматична подача дроту з касети 6 провадиться роликовим механізмом 5, що приводиться в дію електродвигуном 7.

У зону наплавлення охолоджуюча рідина подається насосом 1 по шлангу. Охолоджуюча рідина захищає метал від окислення киснем повітря, зменшує зону термічного впливу, сприяє швидкому формуванню шва, підвищує твердість наплавленого шару.

Деталь яка наплавляється встановлюється в центрах токарного верстата. Головку для вібродугового наплавлення монтують на супорті замість різця - тримача. У процесі наплавлення деталь обертається зі швидкістю 0,2-0,4 м / хв. Каретці супорта з головкою повідомляється поздовжня подача 2,3 мм / об. На рисунку 4.2 представлена схема установки вібродугового наплавлення.

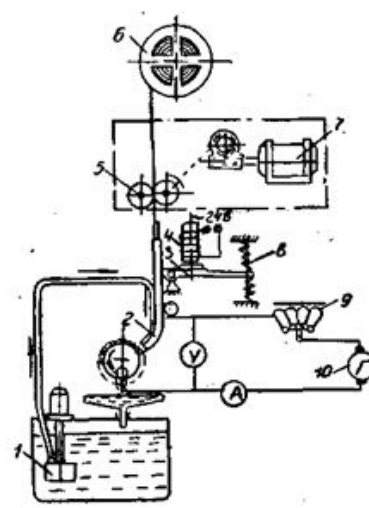


Рисунок 1.6 - Схема установки вібродугового наплавлення

Вібродугове наплавлення застосовується для відновлення зношених циліндричних поверхонь. Товщина, шару, що наплавляється за один прохід, становить 0,5 - 3,5 мм і залежить від діаметра електродного дроту, який приймається рівним 1,5 - 2,5 мм.

Електродугове наплавлення під шаром флюсу - теорія і практика технологічного процесу механізації електродугового наплавлення під флюсом були розроблені відомим Українським ученим академіком Є.О. Патonom. Сьогодні успішно працюють над удосконалення цього методу его учні в Інституті електрозварювання Національної Академії наук України імені Є.О. Патона.

У технологічному процесі електродугового наплавлення під флюсом механізовані два основні прямуювання електрода, зокрема, подача его в міру оплавлення до деталі и переміщення уздовж зварювального шва.

Електродуговим наплавленням під флюсом відновлюють деталі з Досить великим знос - до 5 мм, використовуючи наплавляючй пристрій.

Механізоване наплавлення може бути автоматичне і напівавтоматичне. У першому випадку механізована як подача електродного матеріалу у вигляді дроту чи стрічки в зону зварювання (наплавлення), так і відносне переміщення електрода і деталі. В другому випадку механізована тільки подача

електрода, тобто електродний дріт по шлангу подається до тримача, який зварник переміщає вздовж деталі.

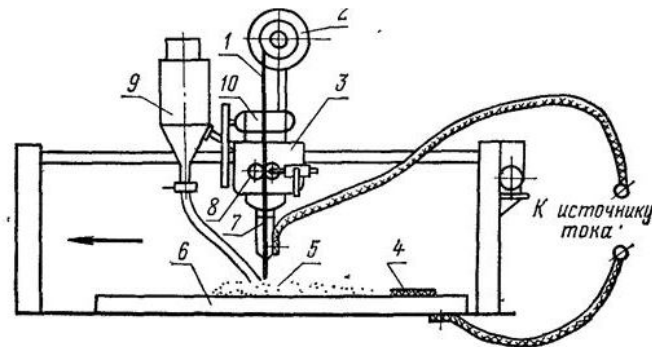
Суть електродугового наплавлення під шаром флюсу полягає в тому, що зварна дуга горить між голим електродом і виробом під шаром товщиною 10 - 40 мм сухого гранульованого флюсу з розмірами зерен 0,5 - 3,5 мм.

В зону наплавлення подають електродний суцільний або порошковий дріт (стрічку) і флюс (рисунок 5.7). До деталі і електроду прикладають електричну напругу. При електродуговому напавленні під шаром флюсу застосовують постійний струм зворотної полярності. При напавленні циліндричних поверхонь електрод зміщують із zenіту в сторону протилежну обертанню. Величина зміщення складає близько 10% діаметра напавлюваної деталі. Електрод повинен складати кут з нормаллю до поверхні 6 - 8°. Флюс в зону напавлення подають з бункера. Розхід флюсу а отже і товщину його шару на поверхні деталі регулюють відкриттям шибера. Після запалювання дуги одночасно плавляться електродний дріт, поверхня деталі і флюс.

Зварна дуга з каплями металу перебуває в об'ємі газів і пари, обмеженому рідкою оболонкою із розплавленого флюсу. Ця оболонка оточує зону напавлення і ізолює її від кисню і азоту повітря.

Схема установки для напавлення під шаром флюсу зображена на рис. 5.6.[8] Електрична дуга горить між кінцем електродного дроту 1 і деталлю 6. Дріт подається в зону напавлення за допомогою механізму подачі 3. З бункера 9 у зону горіння дуги надходить флюс, де частина його плавиться, утворюючи еластичну оболонку, що захищає розплавлений метал від взаємодії з киснем і азотом повітря. Невикористаний флюс повертається в бункер. Під тиском газів, що виділяються при зварюванні, ця оболонка відтискується, утворюючи газовий міхур, у якому і горить дуга. Після переміщення дуги розплавлений флюс твердне, перетворюючись в жужільну кірку, що потім відокремлюється при легких ударах. Шлак може бути повторно використаний у суміші зі свіжим флюсом. Шар флюсу в сипучому стані покриває зону горіння

дуги і створює тиск на розплавлений метал, завдяки чому відбувається гарне формування шару наплавленого металу.



1 — електродний дріт, 2 — касета з дротом, 3 — механізм подачі, 4 - жувальна кірка, 5 - шар флюсу, 6 - деталь, 7 - наконечник, 8 — ролики для протягування механізму подачі, 9 - бункер із флюсом, 10 - електродвигун

Рисунок 1.7 - Схема автоматичного наплавлення під шаром флюсу

Рідкий метал в зварній ванні постійно рухається і перемішується. Метал зварного шва, отриманого під флюсом, складається з розплавленого присадкового ($1/3$) і переплавленого основного металу ($2/3$). Маса розплавленого флюсу і присадкового металу приблизно однакові.

Флюс при електродуговому наплавленні є допоміжним матеріалом; він разом з вибором матеріалу дроту і режимів наплавлення відіграє важливу роль у забезпеченні необхідних властивостей отриманого покриття. В більшості випадків флюс використовують у вигляді сухих зерен. Елементи флюсу виконують свої функції після розплавлення, згоряння або розкладання. Розплавлений флюс повинен бути текучим. Температура плавлення присадкового матеріалу повинна бути більшою на $100 - 150^{\circ}\text{C}$ температуру плавлення флюсу. Однак флюс не повинен кипіти при робочій температурі наплавлення.

Флюс при наплавленні покриття забезпечує наступні функції:[9]

- стійке горіння дуги;

- захист розплавленого металу від дії кисню і азоту повітря;
- очищення розплавленого металу від включень та його розкислення;
- легування необхідними елементами матеріалу покриття;
- утворення в подальшому теплоізоляційного шару з флюсу і його кірки, що сповільнює процес кристалізації металу.

Для виконання цих функцій в склад флюсу вводять такі речовини:

- стабілізуючі процес горіння дуги (сода, поташ, діоксид титану, крейда, мармур і інші);
- газоутворюючі з органічних сполук (крохмаль, мука харчова або з деревини, декстрин) для створення середовища, яке захищає розплавлений метал від шкідливого впливу атмосфери;
- шлакоутворюючі і розкислюючі (титановий концентрат, марганцева руда, польовий плавиковий шпати, кварц, граніт, мармур, каолін і інші), які очищають розплавлений метал;
- легуючі (феромарганець, феросиліцій, феротитан, алюміній і інші);
- зв'язуючі добавки (рідке скло, декстрин і інші).

В результаті виконання флюсом своїх функцій створюються сприятливі умови для:

- виходу газів із шва;
- більш повного протікання дифузійних процесів;
- формування зрівноважених структур і досягнення термічного ККД наплавлення;
- отримання однорідного наплавленого металу з гладкою поверхнею і плавним переходом від валика до валика;
- застосування струмів більш високої густини, чим при ручному наплавленні покритими електродами;
- уникнення розбризкування з зменшення угару металу;

- зниження втрат тепла зварної дуги на випромінювання і нагрів потоків оточуючого повітря;
- покращення умов праці.

Механізоване наплавлення під шаром флюсу має наступні переваги:

- підвищена у порівнянні з ручним дуговим наплавленням продуктивність праці у 6...8 разів з одночасним зниженням витрат електроенергії в 2 рази за рахунок більш високого термічного ККД;
- висока якість наплавленого металу завдяки насиченню необхідними легуючими елементами і раціональній організації теплових процесів;
- можливість отримувати покриття товщиною більше двох міліметрів;
- менший розхід присадкового матеріалу в результаті виключення втрат на розбризкування, відсутністю «огарків» і зменшенням вигорання металу;
- покращені умови праці робітників-зварників за рахунок механізації процесу і відсутності відкритої дуги.

Недоліками процесу є:

- великий вклад тепла в матеріал деталі, що збільшує зону термічного впливу і змінює результати попередньої термічної обробки. Після наплавлення звичайно проводять наступну термічну обробку, хоча застосування керамічного флюсу може її виключити;
- трудність утримування ванни розплавленого металу на поверхні циліндричної деталі і необхідність видалення шлакової кірки. По першій причині деталі діаметром < 50 мм під шаром флюсу не наплавляють;
- зменшення втомної міцності деталей на 20...40% за рахунок залишкових напружень, пористості і структурної неоднорідності;
- поява при завантаженні флюсу в бункер і його просіюванні після використання силікатного пилю, шкідливого для людини.

Отже для відновлення букси вибираємо механізоване дугове наплавлення під шаром флюсу, порівняно з вібродуговим способом має більш простішу конструкцію установки та метал має більш кращу однорідність після наплавлення ніж при вібродуговому наплавленні, також не буде недоліком з

труднощами утримання ванни розплавленого металу на поверхні, тому що поверхня букси не циліндрична, а має плоску форму.

Мета та завдання дипломного проекту

Метою даного дипломного проекту - підвищення довговічності букси залізничного візка, на підставі аналізу умов роботи, інтенсивності і характеру зносу деталей п'ятникових вузлів вантажних вагонів, а також досвіду застосування існуючих способів підвищення зносостійкості цих деталей, розглянути можливість застосування нової технології підвищення зносостійкості

Завдання проекту:

- провести аналіз існуючих способів найбільш придатних для захисту підп'ятник залізничного візка;
- визначити технологічне обладнання, необхідне для проведення процесу ;
- виконати техніко – економічне обґрунтування процесу захисту;
- визначити безпечні та нешкідливі умови праці при проведенні технологічного процесу зміцнення, розробити заходи для забезпечення охорони праці та навколишнього середовища.

2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ БУКСИ

2.1 Вибір матеріалу покриття

Найбільшою зносостійкістю характеризуються високохромисті спеціальні чавуни. Ці матеріали цієї групи мають дуже високу абразивну та корозійну стійкість, але схильні до холодних тріщин (з'являються при температурах нижче 300°C, переважно при 25 – 250°C), які важко попередити навіть з підігрівом. Але ці тріщини в основний метал, як правило, не переходять і не впливають на абразивну стійкість наплавленого металу навіть в рідинних середовищах, тому вважається цілком допустимими дефектами. Обов'язковим є застосування попереднього підігріву 400—600°C з подальшим уповільненим охолодженням.

При наплавленні спеціальних чавунів на сталь 20ГЛ необхідно прагнути до мінімальної долі основного металу, оскільки при розбавленні основним металом буде містити мало хрому і вуглецю і набуде доевтектичну або евтектичну структуру зі зниженою зносостійкістю.

Щоб підвищити продуктивність наплавлення, потрібно обрати такий матеріал, що здатний забезпечити найбільшу ширину валика і значну висоту валика.

До робочих поверхонь деталей машин в залежності від умов їх експлуатації пред'являють певні вимоги за різними властивостями: зносостійкості, жаростійкості, корозійної стійкості та ін. Найважливішими факторами, що визначають експлуатаційну надійність і термін служби деталей і конструкційних елементів машин, є також властивості матеріалів поверхонь цих деталей і елементів. Збільшення терміну служби деталей машин можна забезпечити шляхом утворення на поверхні цих деталей і елементів верств або покриттів, що володіють високим рівнем необхідних властивостей - зносостійкості, твердості і т. Д.

При наплавленні металами або сплавами, оброблюваних волочінням, їх використовують у вигляді дроту, перевага якої пов'язане з можливістю безперервної і рівномірної її подачі в високотемпературну зону пальника. Залежно від необхідного покриття використовують дроту різні за складом. Наявність певних металів чи сплавів в тій або іншій кількості в дроті надає покриттю необхідні властивості. Для підвищення зносостійкості деталей використовують порошкові дроти.

Відновно-зміцнююче наплавлення постійно реалізується ремонтними службами металургійних підприємств. У номенклатурі споживаних наплавочних матеріалів спостерігається ріст застосування порошкових дротів різного призначення [10]. Умови використання порошкового дроту, рекомендується наплавлення з коливальними рухами електрода.

У ряді випадків досить успішно застосовуються самозахисні порошкові дроти які мають ряд переваг: візуальний контроль за процесом наплавлення, відсутність додаткового захисту у вигляді флюсу або газу, більш технологічна реалізація процесу наплавлення проволочками малого діаметру, що в ряді випадків розширює технологічні можливості відновлювальної наплавлення внутрішніх і зовнішніх поверхонь циліндричних деталей малого діаметру.

Самозахисні порошкові дроти легко адаптуються до застосування на підприємствах обладнання, що не вимагає додаткових фінансових вкладень на придбання спеціалізованого обладнання. У зв'язку з обмеженістю оборотних фондів перед ремонтними службами ставиться завдання підтримки працездатності устаткування при мінімальних витратах. Цим вимогам повною мірою відповідає застосування дугового наплавлення самозахисними порошковими проволочками натомість наплавлення покритими електродами. У ряді випадків ці рішення не є оптимальними у загальноприйнятому сенсі, але для конкретного підприємства з урахуванням стану її виробництва та обігових коштів вони цілком прийнятні на даному етапі його діяльності.

Для наплавлення розглядалося декілька порошкових дротів які наведені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Порошкові проволочки для зносостійких поверхонь

Марка дроту	Склад елементів, %					Твердість HRC
	C	Cr	Mn	Si	Інші	
ПП-Н125 ПП-ИП 200Х15С1ГРТ	1, 5-2, 2	14	0, 8-1, 5	1, 0-2, 0	0, 2-0, 8 Ti; 0, 5-0, 8 B	55-58
ПП-АН170 ПП-НП- 80Х20Р3Т	0, 5-1, 2	18- 23	/1, 0	/1. 0	0, 1-0, 8 Ti; 2, 7-4, 0 B	60-63
ПП-АН105 [3]	0, 9	—	13. 0	0, 5		'20 після наплавки
P261 (Нідерланди)	0, 1	-	1, 6	-	1, 3-1, 5 Mo	250-280 HV
РЗО (ФРГ)	0, 15	1, 55	2, 0	-	0, 35 Mo	290-330 HV
ТУ (ГДР)	0, 08-0, 12	-	1, 8-2, 1	0, 2-0, 25	0, 8-1, 0 Mo	-
ПП (Польща)	0, 07	2. 6	0, 64	0, 2	-	330 HV
РЗОЗ (Японія)	0, 01-0, 5	3-15	-	0, 4-0, 3	1, 0-8, 0 Mo; 20-50 Ni	-

Для наплавлення було обрано порошковий дріт ОК Tubrodur 15.72S тому що він по хімічному складу найближче підходить до основного матеріалу також у дроту хороша твердість яка забезпечить хорошу роботу деталі, тому ми використовуємо дріт типу ОК Tubrodur 15.72S, хімічний склад якої наведений в таблиці 2.

Таблиця 2.2 - Хімічний склад дроту для наплавлення марки ОК Tubrodur 15.72S.[11]

Вміст, %											Розміри дроту мм	Твердість наплавленого металу, HRC
N	V	Nb	C	Cr	Mn	Si	Mo	Ni	S	P		
0.07	0.11	0.11	0,06	12.75	0,09	0,45	1	4	0.03	0.03	3,0	40 – 45

Витрати матеріалу на 1кг наплавленого металу 1,10кг.

Наплавлений метал має високу абразивну стійкість та задовільний опір ударному навантаженню.

Для більшості марок порошкового дроту коефіцієнт наплавлення знаходиться в межах 13... 15 г/(Агод.), тобто значення цього коефіцієнта вище, ніж під час наплавлення звичайними електродами. Діаметр порошкового дроту залежить від товщини наплавленого металу з припуском на механічну обробку 0,8...1,5 мм на сторону. Силу струму визначають залежно від швидкості наплавлення і діаметра дроту. Продуктивність наплавлення знаходиться в межах 10.. 11 кг/год. при щільності струму 150... 170 А/мм, що є високим показником.

Використання порошкового дроту дозволяє значно знизити витрату зварювального дроту. Так, для одержання 1 кг наплавленого металу витрачають до 1,6 кг. При використанні дроту для наплавлення марки ОК Tubrodur 15.72S витрати матеріалу на 1кг наплавленого металу 1,1кг. флюсом ОК Flux 10.37 хімічний склад флюсу наведено у табл 2.3

Таблиця 2.3 - Хімічний склад флюсу ОК Flux 10.37.[12]

$Al_2O_3 + MnO$	CaF_2	$CaO + MgO$	$SiO_2 + TiO_2$
20%	25%	35%	15%

Основний агломерований флюс розроблений для наплавлення під флюсом роликів металургійного виробництва з використанням порошкових дротів для одно або дводугового наплавлення.

Флюс характеризується хорошими зварювально-технологічними характеристиками і відмінним відставанням шлаку.

Має низьку чутливість до підвищеної міжпрохідної температури.

Застосування для наплавлення порошкового дроту дозволяє різко обмежити проплавлення основного металу і частку його участі в шві. Однак при використанні дроту, діаметром $\leq 0,8$ мм навіть невеликі відхилення від оптимальних параметрів режиму наплавлення призводять до нерівномірного проплавлення і виникнення дефектів в зоні сплаву.

2.2 Вибір основного технологічного обладнання

Враховуючи, що наплавлення покриття проводиться механізованим способом, в якості основного обладнання можна вибрати апарат підвісного типу або ж наплавлювальну головку, що буде знаходитися на глгольному чи велосипедному візку.

Апарат підвісного типу або ж наплавлювальна головка повинні мати касету для порошкового дроту з, не менше, ніж 60 кг матеріалу для наплавлення., механізм подачі матеріалу для наплавлення (порошкового дроту) а також мундштук для порошкового дроту.

Через те, що в якості матеріалу для наплавлення використовується порошковий дріт, діаметром 3,0 мм, то правильний механізм не потрібен.

Сам виріб під час процесу повинен закріплюватися в спеціальному маніпуляторі або обертачі, який би зміг забезпечити його обертання під час процесу наплавлення, а також витримував вагу до 150 кг. Апарат для наплавлення повинен забезпечувати постійний струм зворотної полярності величиною 100-400 А. Таким чином, враховуючи все вище наведене обираємо підвісний самохідний апарат для наплавлення А-1416, який відповідає усім поставленим вимогам та рекомендаціям.

Для можливості процесу необхідним обладнанням є апарат для наплавлення А-1416 та маніпулятор. Підвісна самохідний зварювальний автомат А-1416 служить для дугового зварювання та наплавлення під шаром флюсу суцільним та порошковим дротом. Зварювальний автомат

використовується для зварювання та наплавлення легованих і низьковуглецевих сталей. Швидкість зварювання і подачі дроту не залежить від параметрів дуги. Широкий спектр застосування зварювального автомата забезпечується за рахунок налаштування швидкості подачі електродного (порошкового) дроту і швидкості зварювання, завдяки змінним шестерням і системи плавного регулювання.

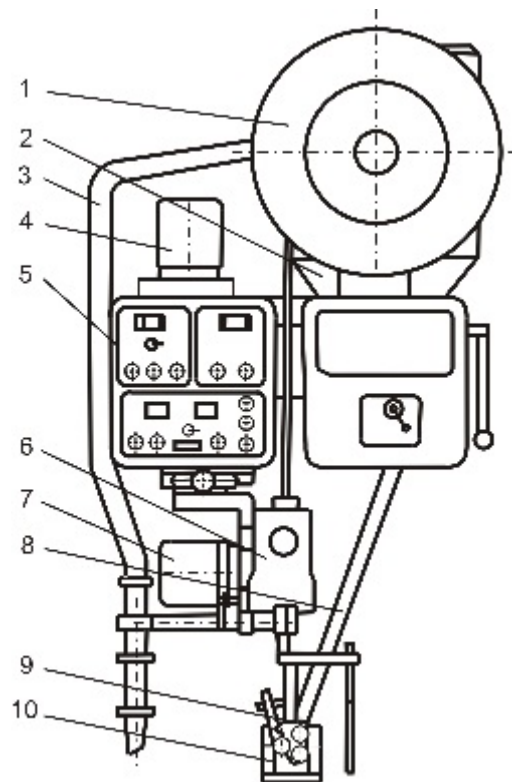


Рисунок 2.1 - Автомат А-1416

Основні частини автомата - це наплавлювальна головка і джерело живлення. До складу самохідної підвісний головки автомата А-1416 (див.рис. 2.1) входять: флюсосистема, що складається з флюсобункера 2, флюсоапарата і флюсо-приводів 3, 8; касети 1 для порошкового електродний дріт з гальмівним механізмом проти обертання касети по інерції; механізм підйому для регулювання положення мундштука по висоті (привід механічний з передачею гвинт-гайка, а також привід від асинхронного двигуна 4); механізм подачі електродного дроту (привід від асинхронного двигуна 7, швидкість подачі регулюється ступічато за допомогою змінних шестерень); правильно-

притискної механізм 6 для випрямлення електродного дроту і притиску його до ролика механізму подачі; мундштук 9, у якого є концентричний отвір для зсипки флюсу 10 і поверхню з притискним роликовим механізмом (ролик встановлено на підпружиненому важелі, через який підводиться струм до електроду); пульт управління 5, на передній панелі котрого розташовані всі органи управління і прилади.

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики автомата А-1416 [13]:

Технічні характеристики	А-1406 (джерело 500 А)
Живлення мережі	380 В, 50 Гц, 3 фази
Номінальний зварювальний струм, А при ПВ = 100%	500
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60...500
Кількість електродів, шт	1
Діаметр електродного дроту, мм:	
- Суцільний	1,2...5
- Порошковий	2...3
Межі регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	17...553
Вертикальне переміщення зварювальної головки:	
- Хід, мм	500
- Швидкість, м / ч	29,4
Поперечне переміщення зварювальної головки:	
- Швидкість, м / ч	від руки
- Хід, мм	±70
Регулювання кута нахилу електрода (мундштука), град / привід	±30°/ручний
Амплітуда коливання електрода при наплавленні порошковим дротом діаметром до 3 мм., Мм	10...70
Маса, кг:	185
Габаритні розміри, мм:	1010x890x1725

Джерело живлення - зварювальний трансформатор СТ-500 з розсувним магнітним шунтом (рис. 2.2)

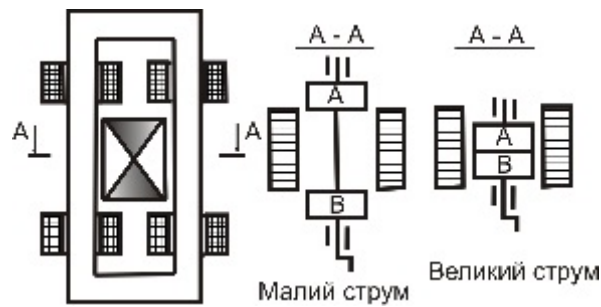


Рисунок 2.2 - Розвідний магнітний шунт

У режимі малих струмів (частини А і В з'єднані і знаходяться між первинними і вторинними обмотками) основна частина магнітного потоку, який формується мережевими обмотками трансформатора, проходить через шунт. По мірі розсовування магнітного шунта і виведення його за межі муздрамтеатру трансформатора магнітний потік, який проходить крізь нього, буде зменшуватися, а зв'язок між первинними і вторинними обмотками - збільшуватися, внаслідок цього збільшиться зварювальний струм. Струм орієнтовно визначається за вказівником на трансформаторі, точніше - по амперметра під час зварювання.

Обертання виробу під час наплавлення забезпечить одностояковий обертач М-11040.

Універсальні зварювальні обертачі є найбільш гнучкими засобами автоматизації процесів наплавлення так як забезпечують два ступені свободи розміщеного на ньому виробу - обертання в процесі зварювання наплавлення і нахил виробу. Таким чином універсальні обертачі не тільки об'єднують в собі можливості горизонтального і вертикального обертача, але і забезпечують можливість розміщення виробу під кутом до горизонту. Технічні характеристики наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Технічні характеристики апарату М-11040.[14]

Найбільший крутний момент на осі обертання планшайби, Н * м	400
Найбільша вантажопідйомність, кг	630
Частота обертання планшайби, об / хв	0,125-6,3
Найбільший кут нахилу планшайби, градус	135
Найбільше відхилення зварювальної швидкості, %	4
Номінальний зварювальний струм при ПВ 100%, А	1000
Напруга, В	380
Потужність і обороти двигуна обертання планшайби, кВт / об	0,37
Потужність і обороти двигуна нахилу планшайби, кВт / об	Ручний
Розміри Д*Ш*В, мм	1100*950*9820
Вага, кг	265

2.3 Розрахунок основних пристроїв та вузлів

1) Визначаємо потужність приводу механізму на підставі обраної схеми компоновки і розмірів основних його конструктивних елементів.

Потужність приводу подачі витрачається на подолання реальних опорів на шляху руху дроту, що визначається наявністю в обраній схемі тих чи інших вузлів та ділянок проходження дроту.

У загальному випадку потужність приводу подачі електроду, Вт:

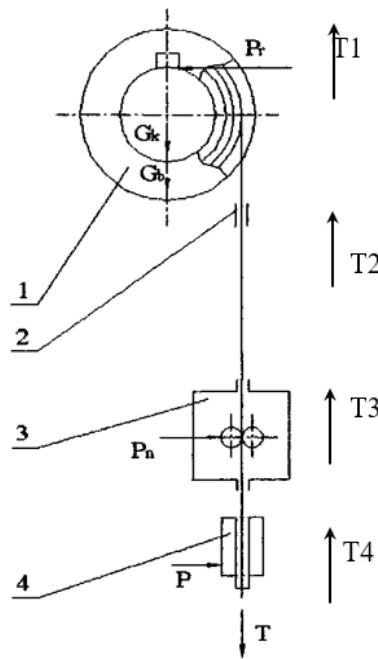


Рисунок 2.3 - Схема компоновки

$$N = \frac{TV_en_e}{\eta_m\eta_p} K_H, \text{ де} \quad (2.1)$$

де T – тягове зусилля роликового механізму подачі, Н;

V_e – найбільша швидкість подачі електродного дроту, м/с;

n_e – кількість електродів;

η_m, η_p – ККД відповідно роликового механізму і редуктора приводу;

K_H – коефіцієнт надійності подачі, $K_H = 1,5 \dots 2$.

По заданому значенню струму наплавлення, діаметру електродного дроту, матеріалу дроту і способу наплавлення визначають відповідно максимальну та мінімальну швидкості подачі електроду, м/с:

$$V_{e \max} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{\max}}{\pi \cdot d_{e \min}^2 \cdot \gamma_e} = \frac{4 \cdot 14 \cdot 10^{-3} \cdot 360}{3,14 \cdot 2,6^2 \cdot 10^{-6} \cdot 6000 \cdot 3600} = 0.043$$

$$V_{e \min} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{\min}}{\pi \cdot d_{e \max}^2 \cdot \gamma_e} = \frac{4 \cdot 14 \cdot 10^{-3} \cdot 260}{3,14 \cdot 2,4^2 \cdot 10^{-6} \cdot 6000 \cdot 3600} = 0,037,$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p = (13 \dots 25) \cdot 10^{-3}$ кг/А·год.,

d_e – діаметр електродного дроту, м;

γ_e – густина електродного матеріалу, кг/м³.

«Т» визначається за формулою $T \geq T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$, де

T_1 – опір змотування дроту з касети, Н;

T_2 – опір проходження дроту крізь напрямні, Н;

T_3 – опір проходженню дроту крізь правильний механізм;

T_4 – опір проходженню дроту крізь вузол постачання, Н;

T_5 – опір проходженню дроту крізь мундштук, Н.

Приймаємо $T_1 = 10$ Н; T_2 обирають у межах 30...60 Н; вибираємо $T_2 = 45$ Н; T_3 обирають у межах 10...60 Н; вибираємо $T_3 = 35$ Н.

$$T_4 = P_n \cdot \left(\frac{f_1 \cdot d + 2 \cdot f_2}{D_x} \cdot n_x + \frac{2 \cdot f_2}{D_B} \cdot n_B \right) \cdot K_1 K_2 =$$

$$= 1000 \cdot \left(\frac{0.05 \cdot 10 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 0.01}{40 \cdot 10^{-3}} + \frac{2 \cdot 0.01}{50 \cdot 10^{-3}} \right) \cdot 1 \cdot 1.2 = 1095 \text{ Н}$$

P_n – зусилля притиску дроту, (10³)Н;

f_1 – коефіцієнт тертя у підшипнику притискного ролика, приймають $f_1 = 0.02 - 0.05$;

d – середній діаметр підшипника, м, приймають $d = (10 - 30) 10^{-3}$ м;

f_2 – коефіцієнт тертя кочення ролика по дроту, приймають $f_2 = 0,005 - 0,010$;

D_x – діаметр притискного ролика, м;

D_B – діаметр ведучого ролика, м;

n_x – число холостих притискних роликів;

n_v – число ведучих роликів (найчастіше n_x і n_v дорівнюють 1);

K_1 – коефіцієнт, що враховує додаткові опори, які залежать від типу роликів, приймають $K_1 = 1,2 \dots 1,5$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує точність виготовлення, приймають $K_2 = 1, \dots 1,5$.

$T_5 = KP\mu$, де

K – коефіцієнт, що враховує нестабільність поверхні струмопідвідних контактів через часткове приварювання дроту, попадання бризок та ін., приймають $K = 1,5 \dots 2$;

μ – коефіцієнт тертя між дротом і контактом, для бронзових сплавів $\mu = 0,12 \dots 0,23$ (вибираємо $\mu = 0,2$), для латунних $\mu = 0,4 \dots 0,7$;

P – зусилля затиску дроту в струмопідвідному контакті, Н; приймають $P = 50 \dots 200$ Н.

$$T_5 = 200 \cdot 2 \cdot 0,2 = 80 \text{ Н}$$

Визначаємо тягове зусилля роликового механізму подачі за формулою:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 = 10 + 45 + 35 + 1095 + 80 = 1265 \text{ Н}$$

ККД роликового механізму визначається як співвідношення ефективного зусилля постачання до теоретичного:

$$\eta_M = \frac{T - T_4}{T} 100\%$$

$$\eta_M = \frac{1265 - 1095}{1265} \cdot 100\% = 0,134 \cdot 100\% = 13,4\%$$

За цими результатами знаходимо необхідну потужність двигуна.

$$\frac{1265 \cdot 0,052 \cdot 1}{0,9 \cdot 0,134} \cdot 1 = 545 \text{ Вт}$$

Згідно прийнятого переліку номіналів потужності двигунів обираємо двигун, потужністю 0,75 кВт.

2) Розрахунок потужності приводу пересування, Вт:

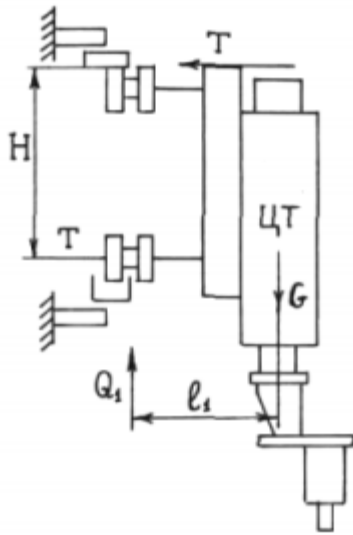


Рисунок 2.4 - Схема приводу пересування

$$N = \frac{W_{\text{пр}} \cdot V}{\eta} = \frac{8993 \cdot 0.017}{0.48} = 318.5,$$

де $W_{\text{пр}}$ – опір пересуванню апарату при розгоні, Н;

V – швидкість пересування апарату, $V = 60 \text{ м/год} = 0,017 \text{ м/с}$;

η – ККД механізму; $\eta = 0,48$.

Опір пересування у період розгону:

$$W_{\text{пр}} = W_n + G \cdot a = 8990 + 3100 \cdot 0.001 = 8993 \text{ Н},$$

де W_n – опір пересуванню;

a – можливе прискорення, $a = 0.001 \text{ м/с}^2$.

Опір пересуванню:

$$\begin{aligned} W_{\text{п}} &= K_p \cdot \left(Q_k \cdot \frac{f \cdot d_{\text{бн}} + 2 \cdot \mu}{D_{\text{кн}}} + T \cdot \frac{f \cdot d_{\text{бв}} + 2 \cdot \mu}{D_{\text{кв}}} \right) = \\ &= 2.5 \left(3100 \cdot \frac{0.015 \cdot 20 + 2 \cdot 0.01}{100} + 1240 \cdot \frac{0.015 \cdot 15 + 2 \cdot 0.01}{50} \right) = 724 \text{ Н}, \end{aligned}$$

де K_p – коефіцієнт, що враховує опір тертя ребер по рейкам, $K_p = 2.5$;

Q_k – навантаження на дане колесо, $Q_k = 3100\text{H}$;

f – коефіцієнт тертя у підшипниках (приймаємо 0,015);

μ – коефіцієнт тертя кочення колеса (приймаємо 0,01).

Навантаження на ходові колеса, для підвісного апарату:

$$T = \frac{Q \cdot l_1}{H} = \frac{3100 \cdot 0,4}{1} = 1240\text{H}, \text{ де}$$

G – вага апарату;

$$l_1 = 0,4 \text{ м};$$

$$H = 1 \text{ м};$$

$Q = G = 3100 \text{ Н}$ – реакція опори.

3) Розрахунок потужність механізму підйому, Вт:

$$N = P \cdot \frac{V_n}{\eta_0} = 3139,68 \cdot \frac{1}{0,48} = 6541 \text{ Вт}, \text{ де}$$

P – зусилля піднімання, Н;

V_n – швидкість піднімання, приймають 1...2 м/с;

η_0 – ККД всіх передаючих ланцюгів.

$$P = G + 2 \cdot W = 3000 + 2 \cdot 19,84 = 3039,68 \text{ Н};$$

$$W = \frac{G K_p (L + l) (f_p d_b + 2 \mu_k)}{h D_p} =$$

$$= \frac{3000 \cdot 2,5 \cdot 100 (0,015 \cdot 20 + 2 \cdot 0,01)}{250 \cdot 50} = 19,2, \text{ де}$$

G – вага апарату, Н;

$$l = 100\text{мм};$$

$$h = 250 \text{ мм};$$

$$L = 0;$$

d_b – діаметр вісі під ролик, приймаємо 20 мм, D_p - діаметр ролика, 50 мм.

Згідно прийнятого переліку номіналів потужності двигунів обираємо двигун, потужністю 7,5 кВт.

2.4 Розробка технологічного процесу

Технологія наплавлення поверхневого шару букси залізничного візка складається з таких послідовних операцій:

1) Очищення

Під час підготовки деталей для наплавлення проваджується їх очищення, та підготовка поверхні деталей до наплавлення.

Від повноти та якості очищення деталей залежать культура виробництва, продуктивність праці ремонтників, ефективність використання обладнання і як наслідок довговічність роботи відремонтованих вузлів і машин. Бруд на деталях, що відновлюють наплавленням, призводить до утворення в наплавленому шарі пор і раковин, а жирові та інші забруднення на деталях, які підлягають відновленню гальванічними або хімічними способами, - до відшарування нанесених покриттів.

Для зняття шару мастильних матеріалів та бруду проводимо очистку виробу струменем води. Для цього використовуємо мийку високого тиску Weidner WASCHBAR 1152 та миючий засіб АЗРОЛ.



Рисунок 2.5 - Мийка високого тиску Weidner WASCHBAR 1152

Технічні характеристики мийки та миючого засобу наведенні в табл. 5.1 та 5.2 відповідно. Очищення проводиться в приміщенні для миття.

Таблиця 2.6 - Технічні характеристики мийки Weidner WASCHBAR 1152[15]

Тиск, бар	150
Потік води, л/хв	660
Напруга мережі, В	380
Споживання, А	7.5
Максимальна температура на вході, град	80
Габаритні розміри, мм	750x700x700
Маса апарату, кг	100
Температура нагріву, град	30 - 40

Таблиця 2.7 - Характеристики миючого засобу DOCKER S5 [16]

Характер забруднення	Технічні миючі засоби	Режим обробки	
	DOCKER S5	Температура, °C	Тривалість, хв.
Полірувальні та шліфувальні пасти	60...40%	70...80	5...10

2) Вхідний контроль

Проводимо попередній контроль поверхні на наявність дефектів різного типу – зношування, тріщини, пор, задирів та відповідності геометричним розмірам деталі $\varnothing \leq 303 \pm 0.5$ мм. Контроль виконуємо візуально, а також за допомогою лупи ЛІЗ-10Х, штангенциркуля ШЦ – І – 450 – 0,1 та лінійки 1 м.

3) Обезжирювання поверхні.

Після миття проводимо обезжирювання поверхні, що наплавляється за допомогою розчину типу DOCKER S5.[11] Обезжирення проводимо зануренням деталі у металеву ванну розмірами 1200×500×500 мм наповнену даним розчином. Після чого залишки розчину з поверхні змиваємо струменем води за допомогою мийки Weidner WASCHBAR 1152 технічні характеристики якої приведені в таблиці 5.1.

4) Попередній підігрів

Згідно 1 пункту наш основний метал схильний до утворення гарячих тріщин, отже для запобігання їх утворення нам потрібно використовувати попередній підігрів. Температуру попереднього підігріву розраховуємо за формулами 5.1 - 5.4 Сеферіана [17].

$$C_x = \frac{360C + 40(Mn + Cr) + 20Ni}{360} = 0,4 \quad (5.1)$$

$$C_p = 0.005 \times S \times C_x = 0,02 \quad (5.2)$$

де S – товщина виробу, мм.

$$C_{ekv} = C_x + C_p = 0,42 \quad (5.3)$$

$$T = 350\sqrt{C_{ekv} - 0.25} = 114^\circ\text{C} \quad (5.4)$$

Попередній підігрів здійснюємо безпосередньо перед наплавленням в обертачі ручним спеціальним пальником ГВ ДОНМЕТ 250 призначеним для попереднього підігріву деталей до 800°C з чорних та кольорових металів. В якості горючого газу використовують пропан [18]. Температуру підігріву контролюють термоолівцями.

5) Наплавлення покриття

Для наплавлення використовуємо наступне обладнання: підвісний автомат А-1416, зварювальний випрямляч 1201К, колона для наплавочного

автомату T22101[19] та обертач М-11040 технічні характеристики яких наведені в Розділі 3 табл. 3.1 – 3.4 відповідно.

Процес наплавлення виконуємо на рекомендованих параметрах для наплавочного дроту ОК Tubrodur 1572S, які обираємо з довідкових даних

1. діаметр дроту – $d_{др} = 3,0$ мм
2. зварювальний струм – $I_{зв} = 270-320$ А
3. напруга зварювання – $U_{зв} = 26 - 28$ В
4. коефіцієнт наплавлення – $K_n = 12 - 15$ г/А·год
5. швидкість наплавлення – $V_n = 25$ м/год
6. крок наплавлення – $S = 2$ мм/об

Наплавлення виконуємо по спіралі з перекриттям валика $1/3$ та товщиною наплавленого шару $3 \pm 0,5$ мм. Розрахуємо швидкість подачі пальника, при ширині валика 9 мм за формулою 5.1.

$$V_{под} = \frac{S \cdot V_n}{2 \cdot \pi \cdot r} = 2,6 \text{ мм/хв} \quad (5.1)$$

6) Охолодження

Для запобігання утворення гарячих та холодних тріщин після наплавлення потрібно забезпечити повільне охолодження деталі. Це реалізується за допомогою азбестових ящиків в які вкладають наплавлені деталі. Азбестові ящики виготовлені з азбестового паперу товщиною 1,5 мм та мають габаритні розміри $1200 \times 400 \times 400$ мм.

7) Контроль

Після наплавлення проводимо контроль поверхні на наявність кратерів, шлакових включень, тріщин, пор та відповідність потрібних нам розмірів деталі $\varnothing \leq 110 \pm 0,5$ мм та 240. Контроль виконуємо візуально, а також за допомогою лупи ЛИЗ-10Х, штангенциркуля ШЦ – І – 450 – 0,1 та лінійки.

8) Механічна обробка

Проводимо процес точіння на універсальному фрезерному верстаті на поверхнях до $R_a = 6,3$ мкм. Технічні характеристики універсально-фрезерного верстату по металу Opti MT8 зазначені в табл. 5.3.

Технічні характеристики універсально-фрезерний верстат по металу Opti MT8 [20].

Модель MT8

Номер арт. 3336088

Електроживлення 380 В ~ 50 Гц

Загальна споживана потужність 12 кВт

Привід вертикального шпинделя 5,5 кВт

Привід горизонтального шпинделя 4 кВт

Насос подачі MOP 90 Вт

Підключення стисненого повітря 6 бар

параметри інструменту

Максимальний діаметр розсвердлювання в сталі 30 мм

Максимальний діаметр свердління в сталі 21

Максимальний діаметр торцевої фрези 80 мм

Максимальний діаметр кінцевої фрези 20 мм

Шпиндель

Кінець вертикального шпинделя ISO 40 (DIN 2080)

Кінець горизонтального шпинделя ISO 50 (DIN 2080)

Розмір хобота під установку дискових фрез Ø32 мм

вертикальний шпиндель

Частота обертання вертикального шпинделя 60 - 4660 об / хв

Кількість ступенів 20

Хід пінолі 140 мм

Автоматична подача пінолі 0,086 / 0,045 / 0,142 мм / об

Нахил фрезерної головки $\pm 45^\circ$

горизонтальний шпиндель

Частота обертання горизонтального шпинделя 58 - 1800 об / хв

Кількість ступенів 12

координатний стіл

Розмір столу 1320 x 360 мм

Максимальне навантаження на стіл 350 кг

Розмір Т-образних пазів 18 мм

Відстань між пазами 80 мм

Кількість пазів 3

вісь X

Переміщення (автоматичне) 980 мм

Робоча подача 15 - 370 мм / хв

ось Y

Переміщення (автоматичне) 300 мм

Робоча подача 15 - 370 мм / хв

вісь Z

Переміщення (автоматичне) 450 мм

габаритні розміри

Довжина 1860 мм

Ширина 1720 мм

Висота 2350 мм

Маса верстата 2200 кг

9) Фінішний контроль

Виконуємо перевірку основних параметрів відновлювальної поверхні, а саме $\varnothing = 360 \pm 0,05 \text{ мм}$, $R_a = 6,3 \text{ мкм}$, $HRC = 45 - 52$ за допомогою відповідних інструментів та приладів – трубний мікрометр МТ – 25, профілометр TR100, універсальний твердомір AL-150A характеристики яких наведено в табл. 2.7 та 2.8 відповідно.

Таблиця 2.8 - Характеристики профілометра TR100[21]

Вимірювальні параметри шорсткості	Ra, Rz
Довжина дорожки сканування, мм	6
Діапазон вимірів шорсткості, мкм	Ra = 0,05 - 10,0; Rz = 0,1 - 50
Допустима похибка, %	±15
Ступінь точності	клас 3
Габаритні розміри, мм	125×73×26
Вага, г	200

Таблиця 2.9 - Характеритики твердоміра AL-150A [22]

Конверсія отриманих даних	HL-HRC-HRB-HB-HV-HSD
Діапазон вимірів, LD	200 – 900
Похибка (при 900 LD), %	± 0,8
Вимірювальний матеріал	сталь, чавун, алюміній, мідь бронза, корозійностійка сталь
Габаритні розміри, мм	146×65×36
Маса (без батареї), г	220

10) Консервація

Деталь що пройшла фінішний контроль і не відбракувалась консервується мастилом ANTICORIT BW 366 та відправляється на експлуатацію. Характеристики консервуючого мастила ANTICORIT BW 366 наведені в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 - Характеристики ANTICORIT BW 366 [23].

Колір	коричневий
Температура спалаху, °C	40
Щільність при 15 °C, кг/л	0,875
Вага плівки, г/м ²	50

Осад від випаровування, %	55
Час стікання при 20°, с	60
Час сушіння, хв	60
Захист при закритому зберіганні, міс	12 - 36

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Метою даного розділу є розробка заходів з охорони праці при виконанні наплавлення під флюсом.

При виконанні наплавлення на працівників можуть впливати шкідливі та небезпечні фактори. До шкідливих виробничих факторів відносяться: велика запиленість та загазованість робочої зони; інфрачервоне випромінювання зварювальної дуги; незначний шум.

До небезпечних виробничих факторів відносять: дію електричного струму; механізми та системи, що рухаються [24].

3.1. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Автоматичне наплавлення під флюсом

Наплавлення відбувається на установці А-1416 (рис.3.1)



Рисунок 3.1 Наплавлювальна головка А-1416

Наплавлення під флюсом – прогресивний процес не тільки за технічними, але й за гігієнічними характеристиками. При цьому процесі дуга закрита шаром флюсу, внаслідок чого нейтралізується шкідливий вплив випромінювання дуги,

відсутні іскри та бризки розплавленого металу, рівень шуму незначний та найбільша перевага – рівень виділення аерозолів. Джерелами утворення ЗА є, переважно, сам флюс, а також електродний дріт. Хімічний склад ЗА визначається складом флюсу та електродного дроту. Обов'язковими компонентами ЗА, що утворюються при наплавленні під флюсом, є сполуки марганцю, кремнію, заліза.

Таблиця 3.1 – Характеристика небезпечних та шкідливих виробничих факторів [24].

Фактори		Вид процесу	
		Автоматичне наплавлення під флюсом	
Шкідливі виробничі фактори	Шкідливі речовини		xx
	Випромінювання в оптичному діапазоні	Ультрафіолетове	—
		Видиме	—
		Інфрачервоне	x
	Електромагнітні поля		—
	Магнітні поля		—
	Іонізуючі випромінювання		—
	Шум		x
	Ультразвук		—
	Статистичне навантаження на руку		—
Небезпечні виробничі фактори	Електричний струм		xx
	Іскри, бризки і викиди розплавленого металу		—
	Механізми і вироби, що рухаються		xx
	Системи, які знаходяться під тиском, що не дорівнює атмосферному		—

Примітки: xx – інтенсивний фактор; x – помірний фактор; (—) – незначний фактор чи його відсутність [24].

3.2. Нормативні вимоги безпеки та гігієни праці

3.2.1. Вимоги до персоналу

До виконання дугового наплавлення допускаються особи, не молодші 18 років, які пройшли попередній медичний огляди (з урахуванням медичних протипоказань), навчання, інструктаж та перевірку знань вимог безпеки, мають кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижчу II і посвідчення. Повторний

інструктаж проводиться не рідше одного разу у три місяці з відміткою в журналі [24].

3.2.2. Вимоги до технологічних процесів

Вимоги безпеки праці до технологічних процесів наплавлення встановлюються у нормативно-технічній документації згідно з ГОСТ 12.3.002-2014.

Необхідно використовувати ті види та марки зварювальних матеріалів (електроди, дріт, флюси), які в процесі наплавлення забезпечують мінімальне виділення в повітря шкідливих речовини.

Не допускається використання матеріалів для наплавлення, що не пройшли гігієнічну оцінку в установленому порядку [24].

3.2.3. Вимоги до виробничих приміщень

Виробничі приміщення для усіх видів наплавлення повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-56:2014.

Робочі місця для дугового наплавлення повинні захищатися стаціонарними або переносними світлонепроникними огорожами з матеріалів, що не згорають, і, висота яких має бути не менш ніж 2,5 м та забезпечувати надійність захисту.

Відстань між устаткуванням, від устаткування до стін та колон приміщення, інших споруд, ширина проходів та проїздів повинні відповідати чинним будівельним нормам, норма технологічного проектування заготівельно-зварювальних цехах та ГОСТ 12.3.002-2014.

Ширина проходів по периметру робочого стола, стенда, виробу для наплавлення повинна бути не менш 1 м.

Підлоги для виробничих приміщень для виконання дугового наплавлення мають бути виготовлені з матеріалів, що не згорають і мають малу теплопровідність. Підлога повинна мати рівну не ковзку поверхню.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані загально-обмінною припливно-витяжною вентиляцією відповідно до ДБН В.2.5-56:2014. Видалене повітря з виробничих приміщень в атмосферу повинно проходити фільтрацію (очищення) від шкідливих речовин до концентрацій, що не перевищують допустимих рівнів викидів, у відповідності з ДБН В.2.5-56:2014.

Освітлення в цехах, ділянок і робочих місць, де виконуються роботи з дугового наплавлення повинно відповідати ДБН В.2.5-28-2006 [24].

3.2.4. Вимоги до організації робочих місць

Організація, облаштування та оснащення робочих місць для наплавлення мають відповідати ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009.

Робочі місця для виконання робіт з наплавлення можуть бути стаціонарними, нестаціонарними, постійними і непостійними (тимчасовими).

Робоче місце для зварювання виробів з підігріванням має бути обладнане екранами, укриттям для підігрітих виробів, які забезпечують зменшення опромінення робітника [24].

3.2.5. Вимоги до вентиляції

Згідно з ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009 місцева вентиляція повинна використовуватись при дуговому напавленні під флюсом [24].

3.3. Інженерні рішення для забезпечення безпеки

Інженерні рішення:

Захист від шкідливих речовин

Основним джерелом забруднення повітря робочої зони при автоматичному наплавленні під флюсом є аерозолі.

При значних об'ємах виробничих приміщень, невеликій кількості працівників та наявності постійних робочих місць технічного обґрунтовано та економічно доцільно створити необхідні метеорологічні умови та чистоту повітря безпосередньо на робочих місцях установити щілинний відсмоктувач

для уловлювання аерозолей, його приймальний отвір розташувати на відстані 50 мм над поверхнею флюсу.

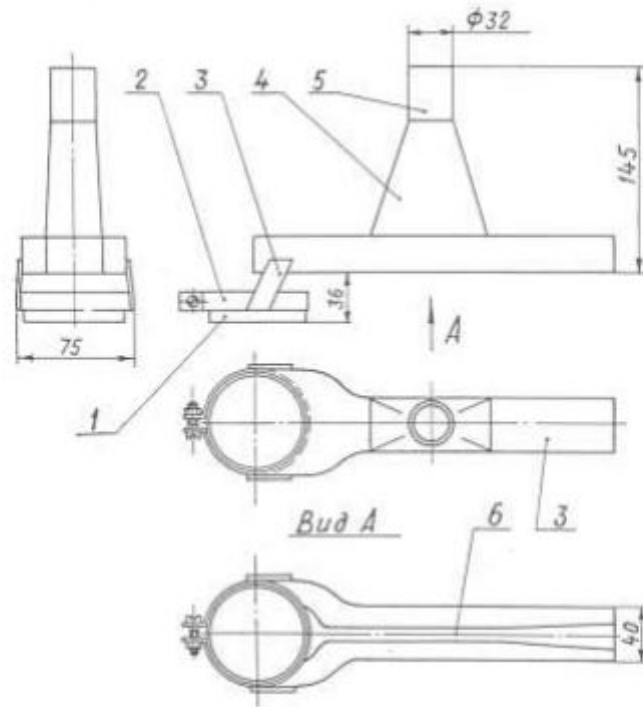


Рисунок 3.1 – Щілинний відсмоктувач для автомата для наплавлення під флюсом: 1 – кільце, 2 – хомут, 3 – планка, 4 – конфузор, 5 – патрубок, 6 – щілина рівномірного відсмоктування

Розрахуємо об'єм повітря, що витягується щільним відсмоктувачем за формулою:

$$L_M = 12 \times \sqrt[3]{I_{ЗВ}} = 12 \times \sqrt[3]{780} = 110 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right),$$

де L_M – об'єм повітря, що витягується щільним відсмоктувачем, $\left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right)$

$I_{ЗВ}$ – сила зварювального струма, А.

Захист від випромінювання в оптичному діапазоні

Допустима інтенсивність УФ опромінення встановлюється з урахуванням спектрального складу стосовно одягненої людини при обов'язковому захисті очей (ДСТУ EN 169-2001) та відкритої поверхні тіла не

більш 0,2 м2 і повинна складати не більше 10,0 Вт/м2 для діапазону УФ-А, 0,01 Вт/м2 - для УФ-В, 0,001 Вт/м2 - для УФ-С (СН № 4557-88 ” Ультрафіолетове випромінювання в виробничих приміщеннях ”)

У випадку наявності відкритих джерел ІІІ випромінювання на робочих місцях, де застосовується наплавлення з підігрівом і т. п., допускається інтенсивність інтегрального потоку випромінювання до 140 Вт/м2 за умови використання робітниками спеціального захисного одягу.

Захист від іскор, бризок і викидів розплавленого металу

Для захисту рук застосовувати рукавиці згідно з ДСТУ EN ISO 11611:2016.



Рисунок 3.2 – Шкіряні захисні рукавиці

Для захисту тіла від інтенсивного розбризкування металу в умовах нормального мікроклімату слід використати брезентовий костюм з вогнестійкою обробкою та захисними накладками із спілка у відповідності з ДСТУ EN ISO 11611:2016.



Рисунок 3.3 – Брезентовий костюм

Одним із важливих засобів індивідуального захисту є спеціальне взуття, яке застосовується для захисту від опіку бризками розплавленого металу, механічних травм, а також від ураження електричним струмом, особливо при роботі в замкнутому просторі. Спеціальне взуття повинно відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 11611:2016.

Заходи захисту:

- До виконання наплавлення допускати тільки тих осіб, яким є 18 років і пройшли медогляд, навчання, інструктаж.
- Використати тільки ті види та марки матеріалів, які забезпечують мінімальне виділення шкідливих речовин
- Зробити ширину проходів між робочим столом, устаткуванням 2 м.
- Підлога із бетону, де стоїть стіл із зварювальним обладнанням і де проходить наплавлення, щоб не запалювалася.
- Провести місцеве освітлення з напругою не більше 12 В цехах і робочих місць, де проводиться зварювання.
- Робоче місце обладнати укриттям для підігрітих виробів, для меншого опромінення робочого, який виконує наплавлення.
- Провести перевірку стану повітряного середовища, шляхом визначення концентрації шкідливих речовин у зоні дихання робочого.
- Провести контроль освітленості виробничих приміщень, електропостачання
- Тримати вибухонебезпечні та легкозаймисті речовини подалі від високих температур, а також проконтролювати концентрацію цих речовин, вона не повинна перевищувати 50% нижньої границі вибуховості.
- Проконтролювати всі електроустановки, перевірити чи не має ушкодження на струмоведучих пристроях, щоб зварника не уразило електричним струмом, а також відвести струмоведучих частин в недоступні місця.
- Застосувати заземлення для металевих та струмоведучих частин виробу

- Обов'язково поставити кнопку аварійного вимкнення всіх установок.
- Для наплавлення під флюсом обладнати напіваавтомати та автомати переносними флюсовідсмоктувачами.
- Обладнати виробниче приміщення природним світлом, тобто зробити 3-4 вікна.
- Провести чистку вікон від забруднення.
- Пофарбувати стіни у світлий колір [24].

3.4.Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

До видів небезпеки, що можуть статися на виробництві, належать: пожежа; вибух (усередині обладнання, будівлях або навколишньому середовищі); розрив або зруйнування обладнання; викид шкідливих речовин; сполучення перелічених видів небезпеки. З метою запобігання виникненню та ліквідації надзвичайних (аварійних) ситуацій на підприємстві має бути план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій у відповідності до положення. Під час аналізу небезпеки підприємства (об'єкта) потрібно визначити всі можливі аварійні ситуації і аварії, в тому числі й малоймовірні, з катастрофічними наслідками, які можуть виникати на підприємстві, розглянути сценарії їхнього розвитку і оцінити наслідки. Виявлення можливостей і умов виникнення аварій має виконуватись на основі аналізу особливостей роботи як окремого обладнання (апаратів, машин тощо), так і їх групи (технологічних блоків), а також з урахуванням небезпечних властивостей речовин і матеріалів (вибухопожежонебезпечних та шкідливих), що використовуються у виробництві. При цьому слід враховувати параметри стану речовин (температура, тиск, агрегатний стан тощо) і стан обладнання, які відповідають як нормальному технологічному режиму, так і режимам, які можливі при настанні й розвитку аварії [24].

3.4.1. Пожежна безпека

Згідно з НАПБ Б.03.002-2007 приміщення, у яких виконуються роботи з електродугового наплавлення під шаром флюсу належить до категорії Г (негорючі речовини й матеріали в гарячому, розжареному, розплавленому станах, процеси обробки яких супроводжуються виділенням променистої теплоти, іскор та полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються чи утилізуються у вигляді палива).

Згідно з ДНАОП 0.00-1.21-98 та ДНАОП 0.00-1.32-01 у приміщенні виділяється зона II-Па, де обертаються тверді горючі речовини. Категорія за БЕМЗ (безпечний експериментальний зазор між фланцями оболонки, мм) - ПА (> 0,9 мм). Група вибухобезпеки сумішей (за температурою самозапалювання) - ТІ (ТС) В > 450 °С. Ступінь вогнестійкості будівлі - І (не допускається поширення вогню на основні будівельні конструкції), мінімально допустиме обмеження вогнестійкості - 2,5 год, максимально допустиме обмеження поширення вогню для внутрішніх стін - 25 см.

Клас пожежі - Е (пов'язаний з аваріями електроустановок) наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 8.1. Клас пожежі, пов'язаний з аваріями електроустановок

1	Клас пожежі				
	А	В	С	Д	Е
2	3	4	5	6	
Характеристика горючого середовища	Тверді горючі речовини (дерево, папір, текстиль тощо)	ГР та плавильні матеріали (мазут, гас, спирти, лаки, синтетичні матеріали)	ГТ (H ₂ , C ₂ H ₂ , інші вуглеводні тощо)	Метали та їх сплави (К, Na, Mg)	Електроустановки
Вогнегасні засоби	Усі види (передусім – H ₂ O)	Розпилена H ₂ O, піни, галоїдовуглеводні (хладони), порошки	Газові сполуки: інертні – N ₂ , CO ₂ , галоїдовуглеводні, порошки (H ₂ O – для охолодження)	Порошки (спокійна подача на поверхню горіння)	CO ₂ , порошки, галоїдовуглеводні

Таблиця 3.2 – Клас пожежі, пов'язаний з аваріями електроустановок

Пожежна безпека забезпечується:

-запобігання спалаху ізоляції при КЗ за рахунок максимального струменевого захисту;

- запобігання утворення горючого середовища за рахунок надійної герметизації обладнання, обмеженням застосування і зберігання горючих та вибухонебезпечних речовин;

- застосування пожежної сигналізації з датчиком (ИДФ-І, ДПД і др.);

- використанням вогнегасників (клас пожежі В): ОХП-10, ОХВП-ІО, ОВП-7, ОХ-7, ОП-ІОА; для класу пожежі Е вогнегасники типу УО, ОП-ІОА (вибрати тип і кількість відповідно до НАПБ Б.03.002-2007).

При організації технологічного процесу дотримуються всіх вимог електростатичної іскробезпеки.

Передбачається також аварійне зливання пожежонебезпечних рідин, аварійне втручання горючих газів із апаратури.

Рекомендована періодична очистка робочого місця цеху, апаратури від горючих відходів, відкладання пилу, вилучення пожежонебезпечних відходів виробництва, заміна ЛВЖ і ГЖ на пожежонебезпечні технічні миючі засоби.

Передбачено пристрої, які забезпечують обмеження поширення пожежі (описати конкретно).

Приміщення обладнується засобами колективного та індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі та протидимного захисту.

Тип виконання електрообладнання в приміщенні повинен відповідати класу зони пожежо- та вибухобезпечності.

Для автоматичного виявлення пожеж у виробничому приміщенні, в якому застосовується газотермічне напилювання, передбачаємо наявність датчиків, які своєчасно сповіщають про виниклу пожежу і дають команду на вмикання автоматичної системи гасіння пожежі [24].

3.4.2. Вимоги безпеки та поведінки персоналу у випадку аварійних ситуацій

У випадку пробою електричної напруги на корпус електродугового агрегату необхідно відключити рубильник і довести до відома про це майстра або начальника дільниці.

У випадку потрапляння кого-небудь під напругу, необхідно відключити електродуговий агрегат від мережі, покласти потерпілого на дерев'яний настил, підклавши під голову ватник, викликати лікаря за телефоном 103 і, якщо це необхідно, зробити враженому штучне дихання.

У випадку загорання електродугового агрегату необхідно відключити рубильник і приступити до гасіння пожежі за допомогою вогнегасника.

Кожен робітник і службовець, що виявив пожежу або загорання, зобов'язаний:

негайно сповістити про це в заводську пожежну охорону за телефоном 101;

приступити до гасіння вогню пожежі наявними в цеху (на дільниці) засобами пожежогасіння (вогнегасник, пісок, пожежний кран тощо);

викликати до місця пожежі посадових осіб (начальника цеху, дільниці).

У випадку одержання травми необхідно довести до відома про це майстра, начальника дільниці та звернутися в медпункт [24].

ВИСНОВОК

В даному розділі було проведено аналіз характеристик небезпечних та шкідливих факторів, притаманних саме для обраного способу наплавлення.

Для мінімізації або усунення впливу шкідливих факторів було запропоновано інженерні рішення, які стосуються екіпіровки та обладнання дільниць спеціальними витяжками та системами вентиляції. Виконано розрахунок витяжки та витримані всі вимоги стосовно пожежної безпеки та аварійних ситуацій.

4 СТАРТАП ПРОЕКТ

«Технологія відновлення корпусу букси електродуговим наплавленням під шаром флюсу»

4.1 Опис ідеї проекту

Розглянувши в попередніх розділах відновлення корпусу букси, було розроблено технологію, що може використовуватися в різних напрямках виробництва. В цьому розділі буде проведено аналіз стартап-проекту, який визначить вигоди які може отримати користувач.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення більш продуктивного обладнання наплавлення корпусу корпусу букси.	Застосування у відновленні деталей	Дозволить виробництву не виготовляти нові деталі

Отже, пропонується нова технологія, що має підвищену ефективність, просту реалізацію, та має можливість удосконалення.

Проведено аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів:

– визначаємо попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів)

або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводимо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;

Визначено перелік наступних конкурентів:

Конкурент 1– Корпус букси візка вагону від ООО «Дарницький вагоноремонтний завод» АТ "Укрзалізниця";

Конкурент 2– Корпус букси візка вагону від ООО ВАТ «Дніпропетровський завод з ремонту та будівництва пасажирських вагонів»;

Конкурент 3– Корпус букси візка вагону від ООО ДП «Стрийський вагоноремонтний завод».

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту.

№ п/п	Техніко- економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів Технологія зварювання				W (слабка сторона)	N (нейтр альна сторон а)	S (сильн а сторон а)
		Мій проект	Конку- ретн 1	Конку- рент 2	Конку- рент 3			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Використання та компанування нестандартного обладнання	+	-	-	-			+
2.	Розробка креслень	+	-	+	+			+
3.	Продуктивність	+	-	-	-			+

Після порівняння характеристик проекту з конкурентами був визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик і властивостей ідеї потенційного товару, що є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності, а саме з таблиці 4.1.2 бачимо, що наш проект потребує менше витрат часу, більш універсальний порівняно з найближчими конкурентами та є більш продуктивним.

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проведено аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту. Визначено технологічну здійсненність ідеї проекту, яка передбачає аналіз таких складових в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Відновлення букси вібродуговим наплавленням	Інженерні та конструкторські рішення	Наявна, потребують незначних допрацювань	Доступні
2	Відновлення	Спеціальне	Наявні, але потребує	Доступні

	букси електродугов им наплавленням під шаром флюсу	устаткування	наявності спеціального оснащення	
--	-------------------------------------------------------------------	--------------	----------------------------------------	--

Проаналізувавши таблицю можна зробити висновок, що даний проект можна реалізувати тому що всі необхідні технології реалізації даних ідей наявні.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначаємо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації. Це дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку, які наведені у таблиці 4.3.1

Таблиця 4.3.1 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	100
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Наявність креслень, представлення результатів проектування
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Не змінна
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	45%

За попереднім оцінюванням ринок має зростаючу динаміку і хороший попит на запропонований нами продукт, тому робимо висновок, що ринок є привабливим для входження.

Далі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл.4.3.2).

Таблиця 4.3.2 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту.

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	2	3	4	5
1	Інтенсивність зношування	Підприємства транспортного машинобудування	- точність встановлення режиму наплавлення	- проходження конструкції контролю якості;
2	Стійкість до ударних навантажень	Підприємства транспортного машинобудування	- наплавлення завдяки матеріалам, які підвищують ударну стійкість	- оперативність налаштування виробництва.

При застосуванні даної технології існують певні загрози. Для попередження таких ситуацій необхідно якісне обладнання, а також виконувати роботи мають лише високо кваліфіковані робітники. Також, повинно бути своєчасне технічне обслуговування даного продукту (таблиця 4.3.3).

Таблиця 4.3.3 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Коливання курсу валют	Через зміну курсу може зрости вартість сировини, що постачається з закордону, і собівартість може значно змінитися.	Необхідно слідкувати за курсом валют, а також прораховувати всі можливі ризики, щоб вартість продукту, що початково зазначена, не була меншою за собівартість.
2	Конкуренція	Наявність більш великих та наповнених систем.	Впровадити методику використання нашої технології впродовж певного часу безкоштовно для зацікавлення покупців.

3	Втрата клієнтів через недостатню технічну підтримку	Може не відповідати вимогам певних підприємств.	Пропонувати технологію на підприємства, які зацікавлені в оновленні проектування.
4	Поява якісніших технологій у конкурентів	Застаріле програмне забезпечення	Застосування нового наявного та доступного обладнання, розширювати можливості технології.

В таблиці 4.3.3 ми визначили фактор загрози яка перешкоджає ринковому впровадженню нашого проекту, а також можливу реакцію на фактор щоб звести до мінімуму його вплив.

Але поряд із колом загроз існують і певні можливості (таблиця 4.3.4).

Таблиця 4.3.4 – Фактори можливостей.

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	2	3	4
1	Попит	Потреба деталей для вагонів	Збільшення виробничих мощностей компанії
2	Корисність	Може бути важливим доповненням для проектування на певних підприємствах	Пропонувати технологію на підприємства, які зацікавлені в оновленні проектування.
3	Отримання нових замовлень на продукт	Оптимальна та зрозуміла технологія наплавлення	Спробувати використовувати інші технологічні рішення для порівняння результатів
4	Скасування монополії Укрзалізниці	Збільшення попиту за рахунок нових гравців на ринку пасажиро-перевезень	Збільшення виробничих мощностей компанії

В таблиці 4.3.4 ми визначили фактори можливостей

Таблиця 4.3.5 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	2	3

1. Тип конкуренції - олігополія	Характеризується невеликою кількістю фірм (від 2 до 10), обгороджених бар'єрами, які перешкоджають вступу в галузь нових фірм, мають контроль над цінами, але при змові з іншими олігополістами. Головною рисою олігополії є те, що кількість фірм така мала відносно розмірів ринку, що кожна з фірм-олігополістів визнає тісний взаємозв'язок одна з одною	Пропонувати технологію по найнижчим можливим цінам, замінити обладнання на аналогічне дешевше, спробувати домовитись з фірмами олігополістами про співпрацю.
2. За рівнем конкурентної боротьби- національний	Характеризується ринком збуту. Національний – на рівні країни в межах якої ведеться конкурентна боротьба.	Робити презентації з готовими рішеннями для підприємств, що займаються металоконструкціями, висвітлювати плюси своєї технології, брати участь у різноманітних технічних виставках.
3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Галузева конкуренція передбачає суперництво окремих підприємств-продавців товарів та послуг у задоволенні потреб споживачів	Пропонувати адаптацію технології до різних виробничих потреб,
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова	Характеризується товарами одного виду	Пропонувати можливості розробки автоматизованої технології
5. За характером конкурентних переваг - нецінова	Проводиться головним чином за допомогою вдосконалення якості продукції, технології виробництва, інновацій та нанотехнологій, патентування і брендування.	Застосовувати більш досконале обладнання в своїх технологічних рішеннях
6. За інтенсивністю - не марочна	Роль торгової марки незначна, хоча самі марки можуть бути присутніми на ринку	Відповідально підходити до роботи з клієнтами,

В даній таблиці ми проаналізували ринок збуту нашого продукту і визначили загальні риси конкуренції на ньому.

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 4.3.6 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером.

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	ООО ДП «Стрийський вагоноремонтний завод»	ООО «Дарницький вагоноремонтний завод» АТ «Укрзалізниця»	Росія Китай Америка	Вагоноремонтні заводи	Технології побудовані за допомогою інших методів
Висновки :	Інтенсивність конкурентної боротьби з боку прямих конкурентів – є значною	- є можливості входу в ринок - є потенційні конкуренти	Постачальники диктують умови роботи на ринку: - відповідно оновлені технології; - дають високі гарантії.	Клієнти диктують умови роботи на ринку: - Відповідне наповнення технологічних та маршрутних карт;	Обмеження для роботи на ринку через товари заміники

Після всіх аналізів визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Поки проект не впроваджено в життя, це важко зробити точно, можна дати лише попередню оцінку конкурентоспроможності.

Таблиця 4.3.7 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності.

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Оформлення та дизайн	Оболонка є в наявності
2	Простота складання	Потребує спец. обладнання
3	Направлення на будь яких установках	Не потребує над дорогого обладнання
4	Метод представлення технології	Використано друкований та електронний варіант
5	Можливість редагування;	В будь якій операції
6	Оновлення маршрутних та	В будь якій операції при нестачі або вдосконаленні

	технологічних карт	
7	Простота використання	Можна використовувати не маючи найвищої кваліфікації

В таблиці 4.3.7 на основі аналізу проведеного в таблиці 4.3.6 визначили та обґрунтували фактори конкурентоспроможності нашого проекту.

Таблиця 4.3.8 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з технологією відновлення корпусу букси залізничного вагона						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Оформлення та дизайн	2						+	
2	Простота складання	0				+			
3	Зварювання на будь яких установках	1					+		
4	Метод представлення технології	1					+		
5	Можливість редагування;	2						+	
6	Оновлення маршрутних та технологічних карт	2						+	
7	Простота використання	2						+	
9	Простота складання	0				+			

Таблиця 4.3.9 – SWOT- аналіз стартап-проекту.

Сильні сторони: - висока швидкість виконання замовлення; - відповідність конструкції всім нормативним вимогам; - продуктивність;	Слабкі сторони: - висока вартість автоматизованих комплексів та допоміжного обладнання - досить великі витрати часу для облаштування обладнання на конструкцію
Можливості: - попит; - корисність;	Загрози: - конкуренція

В таблиці 4.3.9 проводимо перелік сильних та слабких сторін. А також ринкових загроз та ринкових можливостей який складаємо на основі факторів загроз і можливостей який ми складали раніше. Ринкові загрози та можливості на відміну від факторів ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів.

Таблиця 4.3.10 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту.

№ п/п	Альтернатива комплекс заходів) поведінки (орієнтовний ринкової	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Стратегія нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу	75%	1 рік
2	Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями	40%	1 рік

Проводимо аналіз розроблених нами альтернатив ринкового впровадження і з зазначених альтернатив обираємо ту яка має найбільшу ймовірність отримання ресурсів, а також є найшвидшою в реалізації. Отже обираємо стратегію нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу наявними ринковими можливостями.

4.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 4.4.1 – Вибір цільових груп потенційних споживачів.

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Вагоноремонтні заводи	100%	20%	70%	10%

За результатами аналізу потенційних груп споживачів ми обрали цільові групи, для яких будемо пропонувати свою програму для оптимізації робочих центрів та визначили стратегію охоплення ринку: стратегію концентрованого маркетингу.

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформулювати базову стратегію розвитку.

Таблиця 4.4.2 – Визначення базової стратегії розвитку.

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
	Стратегія	Стратегія	Передбачає концентрацію на	Стратегія

	спеціалізації	спеціалізації	потребах одного цільового сегменту, без прагнення охопити увесь ринок. Мета тут полягає в задоволенні потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти	спеціалізації
--	---------------	---------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

За базову стратегію розвитку було взято стратегію спеціалізації, що передбачає концентрацію на потребах одного цільового сегменту, без прагнення охопити увесь ринок.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.4.3).

Таблиця 4.4.3 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки.

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
	Ні	Ні	Так - схожість системи - методи та засоби	Стратегія заняття конкурентної ніші

За базову стратегію конкурентної поведінки була прийнята стратегія зайняття конкурентної ніші, коли компанія в якості цільового ринку вибирає один або декілька ринкових сегментів малого розміру. Головне завдання компанії при цьому – це постійна турбота про підтримку і розвиток своєї конкурентної переваги, формування лояльності і прихильності споживачів, підтримка вхідних бар'єрів.

На основі вимог споживачів з обраного сегменту до постачальника і продукту, а також в залежності від стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляємо стратегію позиціонування яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

Таблиця 4.4.4 – Визначення стратегії позиціонування.

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	База маршрутних та технологічних карт	Стратегія спеціалізації	- Наукова новизна - Метод отримання знань	- Позиціонування за співвідношенням "ціна – якість"
2	Швидкість та ефективність	Стратегія спеціалізації	Корисність	- Позиціонування за сферою застосування
3	Представлення результатів проектування	Стратегія спеціалізації	- Вид представлення	- Стратегія позиціонування за однією ознакою

Компанія за стратегію розвитку обрала спеціалізацію, і за цільові групи було обрано вагоноремонтні заводи, хоча у них вже є постачальники, але за рахунок нової технології компанія буде забирати клієнтів у конкурентів, і проводити підтримку та реалізовувати розвиток своєї конкурентної переваги.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 4.5.1 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.5.1 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару.

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	2	3	4
1	Оформлення та дизайн	Оформлення є в наявності	Можливе покращення
2	Простота складання	Швидке та якісне складання	+
3	Напавлення на будь яких установках	Можна налаштувати будь який автомат	Можливе замінення методу в разі необхідності
4	Метод представлення технології	Просто та конкретно	+
5	Можливість редагування;	В будь якій операції	+
6	Оновлення маршрутних та технологічних карт	В будь якій операції для покращення та	Поповнення новими матеріалами

		вдосконалення	
7	Простота використання	Можна використовувати не будучи спеціалістом в даній області області	+

За рахунок ключових переваг товару і стратегії диференціації, що передбачає надання товару важливих з точки зору споживача відмінних властивостей за такою ж ціною як і у конкурентів буде розроблено маркетингову програму стартап-проекту.

Таблиця 4.5.2 – Опис трьох рівнів моделі товару.

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Створення технологічного процесу
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики
	Матеріал букси: Ст 20ГЛ
III. Товар із підкріпленням	До продажу: доставка
	Після продажу: обслуговування

В таблиці 4.5.2 створено три - рівневу модель нашого товару, що включає задум товару та його вигоди, основні характеристики готового товару, спосіб його пакування та захисту від копіювання та плагіату.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (табл. 4.5.3).

Таблиця 4.5.3 – Визначення меж встановлення ціни.

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової споживачів групи	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	5000 грн	9000грн	>80000грн	10000-25000 грн

В таблиці проаналізовано ринкові ціни на товари аналоги та замінники, а також середній рівень доходів споживачів. За отриманими даними буде встановлена верхня та нижня межа на нашу програму.

Таблиця 4.5.4 – Формування системи збуту.

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Звична купівля з деяким змінами, або модифікована закупівля. Вона передбачає придбання дещо змінених товарів (послуг), або зміну ціни на товар (послугу), або зміну кількості постачання).	Доставка товару покупцю, його налагодження та запуск у виробництво.	Канал нульового рівня	Власна система збуту. Виробник безпосередньо продає товар клієнту, продаж через інтернет.

Спираючись на специфіку закупівельної поведінки цільових клієнтів було обрано власну систему збуту, коли виробник безпосередньо продає товар клієнту через торгівлю в магазинах, посилками чи в роздріб.

Таблиця 4.5.5 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Бути на зв'язку	- електронна пошта - моб. телефон - стаціонарний телефон	Проектування технологічних процесів	Зацікавлення	« Наша технологія = ваш прибуток»

Висновок. Розробивши стартап-проект на «Технологію виготовлення корпусу букси вагона» ми визначити основну групу конкурентів, та потенційних клієнтів. Визначили можливість виходу на ринок.

Спираючись на специфіку закупівельної поведінки цільових клієнтів і розробивши власну систему збуту є хороші перспективи впровадження даного продукту на ринок. Бар'єром входження на ринок є кількість товарів-аналогів, але порівняно із ними дана виробнича система оптимізує роботу, має достатню базу даних і можливість швидкого переналагодження системи за рахунок чого вона може стати конкурентоспроможним на ринку.

Впровадження на ринок розроблена на основі стратегії зайняття конкурентної ніші, коли компанія в якості цільового ринку вибирає один або декілька ринкових сегментів малого розміру.

Загальні висновки

В даній роботі розроблені технологія та обладнання для нанесення захисного покриття на зовнішню поверхню корпусу букси візка.

Використання даного технологічного процесу дозволило підвищити якість захисного покриття і надало твердість 40 – 45 HRC, продуктивність праці за рахунок застосування дугового наплавлення, а також значно підвищити зносостійкі властивості захисного покриття.

Була вибрана підвісна головка для наплавлення захисного покриття А - 1416 на корпус букси візка. Застосування нової технології та обладнання зменшує собівартість продукції, капіталовкладення, і що особливо важливо виключає необхідність у використанні.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь Гадфільда [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://stanok.guru/stal/stal-gadfilda-primenenie-himicheskiy-sostav-i-struktura.html>
2. Марочник сталей та сплавів. Харків. [Електронний ресурс] – Режим доступа: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=607
3. Триботехніка та основи надійності машин. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів напрямку підготовки 6.050504 «Зварювання» / Укл. В.В. Квасницький, А.В. Чорний – К.: ЗФ НТУУ «КПІ» 2011.- 41с.
4. Северинова, Т. П. Принципиально новые конструкции и материалы в узлах трения тележек грузовых вагонов [Текст] / Т. П. Северинова // Отчет о НИР. – М.: ВНИИЖТ, 1995. – 142 с.
5. Костин, Г. В. Испытания грузовых вагонов с повышенными осевыми нагрузками на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ с разработкой предложений для предъявления промышленности [Текст] / Г.В. Костин // Отчет о НИР. – М.: ВНИИЖТ, 1990. – 142 с
6. Северинова, Т. П. Разработка предложений по повышению надежности подпятникового узла надрессорных балок и технологии восстановления его работоспособности. Обобщение данных повреждаемости зоны подпятника надрессорных балок в эксплуатации и на экспериментальном кольце [Текст] / Т.П. Северинова // Отчет о НИР. – М., ВНИИЖТ, 1995. – 32 с.
7. Павлов, Н. В. Восстановление наплавкой надрессорных балок тележек четырехосных грузовых вагонов и соединительных балок восьмиосных цистерн [Текст] / Н. В. Павлов, И. Д. Козубенко, Г. И. Герасименко //

Ресурсосберегающие технологии восстановления железнодорожной техники сваркой, наплавкой и напылением: сб. трудов ВНИИЖТ. – М.: Интекст, 1998. – С. 142–149.

8.Електродугове наплавлення [Електронний ресурс] – Режими доступу: <https://studopedia.org/6-84355.html>

9. А. Хасуї., М. Морігакі. Наплавка і напылення. – «Машиностроение», 1985.

10. М. І. Разіков. Справочник мастера наплавочного участка. – М. : «Машиностроение», 1966.

11.Порошковий дріт [Електронний ресурс] – Режими доступу: <http://gazss.ru/catalog/203/1589/>

12.Флюс для наплавки [Електронний ресурс] – Режими доступу: <https://www.ventsvar.ru/catalog/esab-ok-flux-10-37.html>

13.Автомат А-1416 [Електронний ресурс] – Режими доступу: <http://stankom.kiev.ua/ua/catalog/>

14.Зварювальний обертач [Електронний ресурс] – Режими доступу: http://sammit.dp.ua/catalog/welding_equipment/dop/130/?lng=ru

15.Мийка високого тиску [Електронний ресурс] – Режими доступу: <http://hotstroy.info/cat/2/34/10000342141542790>

16.Миючий засіб [Електронний ресурс] – Режими доступу: <http://dockerspb.ru/catalog/sredstva-dlya-smyvki-krasok-i-lakov/docker-s5>

17. Конспект лекцій по курсу «Основи наплавлення і напылення-1», Кузнецов В.Д.

18.Пальник [Електронний ресурс] – Режими доступу: <https://ppvest.com.ua/p454629238-palnik-donmet-250.html>

19. Колона зварювальна [Електронний ресурс] – Режими доступу: <https://www.stankom.com/product/kolonna-dlja-svarochnogo-avtomata-t22101/>
20. Верстат фрезерний [Електронний ресурс] – Режими доступу: <https://dneprstan.com.ua/станок-универсально-фрезерный-opti-мт8/>
21. Профілометр [Електронний ресурс] – Режими доступу: <https://ukrintech.com.ua/profilometr-portativnyj-uit-tr100/>
22. Твердомір [Електронний ресурс] – Режими доступу: <https://gtest.com.ua/al150a-tverdomer.html>
23. Консервуюче мастило [Електронний ресурс] – Режими доступу: <https://www.fuchs.com/ua/uk/special/produkt/product/121081-anticorit-bw-366/>
24. Левченко Олег Григорович- Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Додатки