

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
АГРАРНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СУШКО ЯРОСЛАВ ДМИТРОВИЧ

Допускається до захисту:  
завідувач кафедри РМ, ЕЕЗ та ОП  
канд.техн. наук, доцент  
\_\_\_\_\_ А.М. Поляков  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ШТОКІВ СИЛОВИХ ЦИЛІНДРІВ  
ГІДРОСИСТЕМ

Спеціальність 208 Агроінженерія

Кваліфікаційна робота бакалавра

Керівник:  
Поляков А.М., к.т.н, доцент

Оцінка: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
бали/за шкалою ЄКТС/за націон. шкалою

Київ, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Аграрний

Кафедра «Ремонт машин, експлуатація енергетичних засобів та охорона праці»

Ступінь освіти Перший рівень вищої освіти – бакалавр

Галузь знань 20 "Аграрні науки та продовольство".

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітня програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ А.М. Поляков  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

СУШКУ ЯРОСЛАВУ ДМИТРОВИЧУ

Тема роботи: «Розробка технології відновлення штоків силових циліндрів гідросистем»

керівник роботи Поляков А.М. канд. техн.наук, доцент

затверджені наказом закладу вищої освіти від «\_\_\_» \_\_\_ 2023 р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи 05.06.2023р. \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи

1) завдання кафедри;

2) матеріали огляду літературних джерел; нормативно - технічна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

- Огляд літератури по темі кваліфікаційної роботи;- Об'єкт і методи дослідження;-

Технологічний розділ; Економічна частина; - Охорона праці;

- 5. Перелік графічного матеріалу:

- Схема видів газотермічного напилення .

- Переваги процесу електродугової металізації .

- Схема електродугової металізації.

- Підготовчі операції перед напиленням.

- Схема технологічного процесу відновлення штока гідроциліндра.

.- Процес напилення штока гідроциліндра.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 25.04.2023 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Огляд літератури по темі кваліфікаційної роботи	12.04.2023	
2	Об'єкт і методи дослідження	20.04.2022	
	Вибір способу нарощення зношеної поверхні деталі	25.04.2023	
3	Технологічний розділ	07.05.2023	
4	Економічна частина	20.05.2023	
5	Охорона праці	25.05.2023	
6	Представлення до захисту	03.06.2023	

Здобувач \_\_\_\_\_ Сушко Я.Д.

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Поляков А.М

### Анотація

Тема квароботи: «Розробка технології відновлення штоків силових циліндрів гідросистем»

Випускна кваліфікаційна робота містить 73 листа, 9 рисунків, 17 таблиць, 28 джерела.

Ключові слова: газотермічне напилення, електродугове напилення, шток гідроциліндра.

Проведений аналіз способів підвищення експлуатаційних показників робочих поверхонь деталей різного призначення, а також аналіз способів напилення. Розроблена технологія напилення штока гідроциліндра.

Виконана оцінка ефективності реалізації технологічного процесу, що розробляється для відновлення штоку гідроциліндра.

### Визначення, позначення, скорочення

ЕСТД - Єдина система технічної документації

ККД - Коефіцієнт корисної дії

ГТН - Газотермічне напилення

ВКР - Випускна кваліфікаційна робота

НД - Нормативний документ

СН - Санітарні норми

## Зміст

	Вступ	7
1	Огляд літератури по темі кваліфікаційної роботи	8
	1.1 Огляд літератури по темі кваліфікаційної роботи	8
	1.2 Газополум'яне напилення	9
	1.3 Надзвукове напилення	13
	1.4Детонаційно - газове напилення	14
	1.5 Електродугове напилення	19
	1.6 Плазмено-дугове напилення	24
	1.7 Високочастотне напилення	28
2	Об'єкт і методи дослідження	31
	2.1 Формулювання проектного завдання	31
	2.2 Теоретичний аналіз	31
3	Вибір способу нарощення зношеної поверхні деталі	32
	3.1 Особливості способу нарощення	32
	3.1.1 Вибір способу газотермічного напилення і напилюваних матеріалів	32
	3.1.2 Металургійні і технологічні особливості прийнятого способу нарощення	35
	3.1.3 Розрахунок режимів електродугового напилення	38
	3.2 Технологічний розділ	39
	3.2.1 Технологічний аналіз вибраного виробництва	39
	3.2.2 Порівняльна оцінка варіантів технологічного процесу	40
	3.2.3 Нормування операцій	40
	3.2.4 Вибір технологічного устаткування	43
	3.2.5 Контроль технологічних операцій	45
	3.2.6 Розробка технічної документації	47
	3.3 Просторове розташування виробничого процесу 49	49
	3.3.1 Склад складально-зварювального цеху 49	49
	3.3.2 Розрахунок основних елементів виробництва 50	50
4	Економічна частина	53
	4.1 Капітальні вкладення в устаткування і пристосування	53

	4.2 Витрат на основні і оброблювальні матеріали	54
	4.3 Витрати на заробітну плату	55
	4.4 Витрати на силову електроенергію	56
	4.5 Витрати на амортизацію і ремонт устаткування	56
	4.6 Витрат на утримання приміщення	56
	4.7 Розрахунок собівартості відновленої деталі	57
5	Охорона прац	59
	5.1 Опис робочого місця	59
	5.2 Техногенна безпека	59
	5.3 Законодавчі і нормативні документи	60
	5.4 Аналіз виявлених небезпечних чинників	61
	5.4.1 Поразка електричним струмом	61
	5.4.2 Частини верстатів , що обертаються	62
	5.4.3 Слабке і ненадійне кріплення інструменту	62
	5.5 Аналіз шкідливих чинників при відновленні штока	62
	5.6 Виробниче освітлення	63
	5.7 Штучне освітлення	63
	5.8 Підвищений рівень шуму	64
	Висновки	69
	Список використаних джерел	70

## Вступ

З причини того, що до робочих поверхонь деталей машин, за різних умов експлуатації потрібно певні властивості: зносостійкості, жаростійкості, корозійній стійкості і т.д, і для того, щоб забезпечити деталям необхідні властивості не обов'язково використати інші матеріали для деталі, можливе використання напилення на поверхню деталі для віддання захисних властивостей.

Підвищення надійності виробів, зниження собівартості їх виготовлення і обслуговування, продовження терміну експлуатації, а також сучасні технології реновації шляхом відновлення працездатності вузлів до рівня нових - найбільш пріоритетні напрями підвищення конкурентоспроможності продукції машинобудівних підприємств.

Напилення - це процес нанесення на поверхню деталі покриття за допомогою вискотемпературної швидкісного струменя, що містить краплі або частки порошку напилюваного матеріалу, які осідають на поверхні напилюваної деталі.

## 1 Огляд літератури по темі кваліфікаційної роботи

### 1.1 Уявлення про напилення

Підвищення надійності виробів, зниження собівартості їх виготовлення і обслуговування, продовження терміну експлуатації, а також сучасні технології реновації шляхом відновлення працездатності вузлів до рівня нових - найбільш пріоритетні напрями підвищення конкурентоспроможності продукції машинобудівних підприємств.

У країнах Європи і США сьогодні існують жорсткі обмеження на процеси з емісією шестивалентного хрому. У промислово розвинених країнах освоєння техніки газотермічного напилення відбувається шляхом витіснення "брудних" гальванічних технологій. В даний час необхідно адаптуватись до нових умов, замість гальванічних методів використати новітні технології газотермічного напилення. Застосування технологій нанесення захисних покриттів, серед яких найбільш перспективним видається газотермічне напилення, є одним з таких шляхів. У загальному сенсі газотермічне напилення об'єднує наступні методи: детонаційне напилення, плазмове напилення, газополум'яне напилення, високошвидкісне газополум'яне напилення, напилення з оплавленням, металізація електродуги. Кожному з цих методів властиві свої особливості, свої достоїнства і недоліки. Окрім екологічних аспектів ці процеси надають можливості збільшення терміну служби деталей.

Ось коротко можливості напилення :

- \* Покриття можливо нанести з різних матеріалів, використовувачи практично будь-який плавкий матеріал, який можна подати як порошок або дріт;
- \* Перемішування основного матеріалу і матеріалу покриття відсутнє;
- \* Нагрівання поверхні не високе, в межах 150-200°C, при нанесенні покриття не викликає помітної деформації і відпустки матеріалу основи;
- \* Можливе нанесення більше одного шару на поверхню, кожен шар



виконуватиме свої функції (наприклад, корозійностійкий + термостійкий);

- \* Покриття можуть бути завтовшки від 0,01 до 10 і більше мм (залежно від матеріалу, що наноситься), з пористістю від 0 до 30 і більше відсотків.

Технологія напилення залежить від використовуваного джерела теплової енергії і розділяється на два основні види технології напилення : газополум'яне напилення, що виділяє теплоту, використану в процесі, при суміші кисню і горючого газу, і напилення, основа якого лежить на використанні теплоти, що виділяється при горінні електричної дуги газоелектричне напилення [1].

Відповідно до видів розділяють декілька способів напилення :

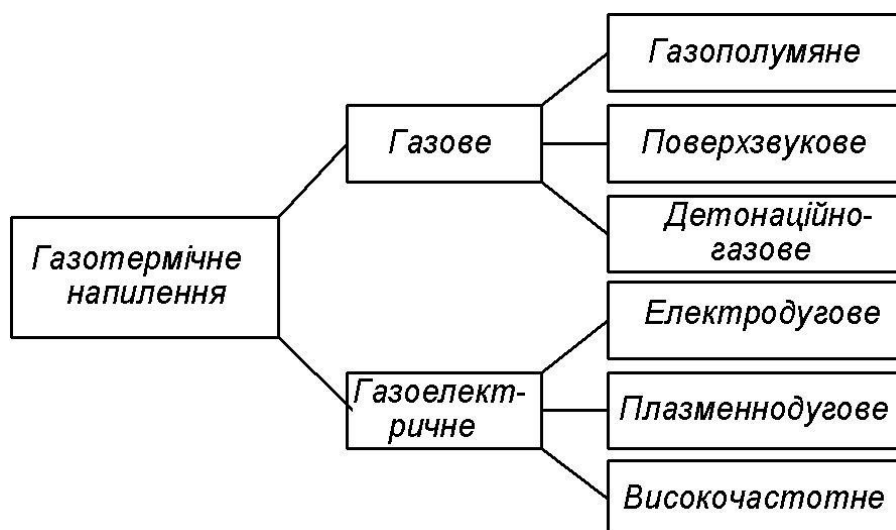


Рисунок 1.1 - Схема видів газотермічного напилення

## 1.2 Газополум'яне напилення

Газополум'яне напилення здійснюється в результаті згорання і виділення теплоти різних горючих газів (пропан-бутана, природного газу, ацетилену, та ін.) в кисневому середовищі.

Найбільше застосування, з усіх горючих газів, отримав ацетилен. При згоранні ацетилену в суміші з киснем вдається отримувати температуру полум'я, що досягає 3100-3200° С, що вище за температуру замінників

ацетилену на 500-800° С.

Газополум'яне напилення, залежно від вживаного матеріалу, підрозділяють на два види: порошкове напилення, напилення дротом і прутком. У випадку з прутком або дротом, дроти спрямовуються через отвір пальника, де потрапляють у високотемпературну зону полум'я і там відбувається розплавлення і розпилення металу.

Порошки переважно застосовують для відновлення деталей, за допомогою порошоків можна регулювати, склад покриття, що наноситься, в ширших межах в порівнянні з дротами, - це сприяє підвищенню міцності зчеплень з основою.

Залежно від місця підведення порошку в пальник і його транспортування в зону полум'я, газопорошкове напилення, підрозділяють на два способи.

1. З живильника, порошок, як видно на рис.1.2, поступає в центральний канал пальника, подається у факел ацетиленокисневого полум'я, транспортуючим газом, струменем якого оплавляється і спрямовується на поверхню деталі, утворюючи заданий шар покриття.

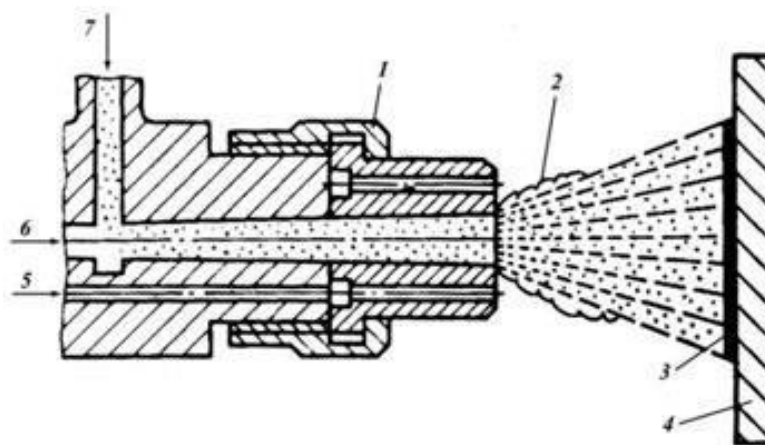


Рисунок 1.2 - Схема газополум'яного напилення що транспортує газом:  
1-сопло; 2 - полум'я; 3 - покриття; 4 - напилювана деталь; 5 - кисень і горючий газ; 6 - транспортуючий газ; 7 - напилюваний порошок

1.2.2 Порошок з бункера (рис.1.3) подається із зовнішнього боку мундштука в зону полум'я, де його частки оплавляються і спрямовуються газовим потоком на поверхню напилюваної деталі.

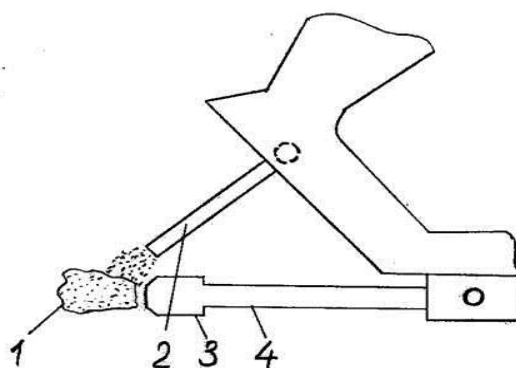


Рисунок 1.3 - Схема напилення із зовнішнім введенням порошку в зоні полум'я : 1 - полум'я; 2 - трубка, що підводить порошок; 3 - мундштук;  
4 - наконечник

Вживаний транспортуючий інертний газ, для подання порошку, в першому способі дає можливість зменшити його окислення.

Другий спосіб має той же недолік що і перший, але використовуване устаткування простіше і спрощує вибір оптимального режиму

Для отримання зносостійких покриттів, при відновленні деталі як правило застосовуються порошкові сплави системи Ni-B-Cr-Si.

Для, працюючих в умовах тертя сталевих і чавунних деталей, напилення застосовують аустенітні і хромисті зі змістом 13% Cr, хромонікелеві сталеві дроти зі змістом 0,3-0,8% C та ін.

При газополум'яному і плазмовому напиленні технологічні операції, що стосуються підготовки деталі і порошку, аналогічні і виконуються на одному і тому ж устаткуванні. Найбільш якісні покриття виходять при первинному напиленні підшару термореагуючим порошком завтовшки 0,05-0,15 мм, а потім основного шару зносостійким порошковим сплавом завтовшки 2 мм, при одних і тих же режимах напилення наносять підшар і основного шару: тиск кисню 0,35-0,45 МПа; тиск ацетилену 0,03-0,05 МПа; витрата кисню 960-1100 л/год; витрата ацетилену 500-600 л/год; відстань від зрізу сопла мундштука до поверхні, що наплавляється, 160-200 мм; подовжнє подання 3-5 мм/об; витрата порошку 2,5-3 кг/год.

Залежно від розмірів деталі вибирається відповідна потужність полум'я. Для процесу напилення застосовують різне полум'я: відновне (нормальне) або науглероживающее (з невеликим надлишком ацетилену). Для початку напилення деталей підігрівають до температури 50-100° С.

З опису процесу наплавлення напиленням з одночасним оплавленням слідує, що цей процес важко контролювати і тому наплавлення робиться вручну, а якість покриття на пряму залежить від кваліфікації і візуального контролю зварювальника

Поєднання операцій при цьому способі дозволяє скоротити час на відновлення деталі. Цей спосіб рекомендують використати для деталей малих розмірів, або для одиничного і дрібносерійного. У такий спосіб відновлюють, наприклад, кулачкові вали паливних насосів тракторних двигунів. Цей спосіб відрізняється високою якістю отримання покриттів; припуск на механічну обробку не перевищує 0,5- 0,7 мм, міцність зчеплення 300-400 МПа, цілком достатня для деталей, працюючих в умовах знакозмінних навантажень[2].

### 1.3 Надзвукове напилення

Використання надзвукових струменів при газотермічному напиленні являється небагатьом з головних методів сучасного розвитку цієї технології. Основою цього методу — це нагрів порошкових часток з одночасним прискоренням їх при нанесенні до надзвукових швидкостей. За допомогою газового струменя, частки порошку, транспортуються на деталь, при наголосі об підкладку досить висока кінетична енергія часток перетворюється на теплову. Підвищення швидкості і кінетичної енергії часток напилюваного матеріалу дозволяє, з одного боку, поліпшити умови формування покриттів, а з іншої — обмежити шкідливу дію довкілля і понизити інтенсивність процесів термічного розкладання матеріалів. Як напилювані матеріали використовуються різні металеві і металокерамічні порошки.

Фахівцями Інституту електрозварювання ім. Е. О. Патона і Інституту газу розроблені технологія і устаткування для надзвукового напилення з використанням плазми продуктів згорання вуглеводневих газів з повітрям. Плазмотрон генерує слабозрозширений струмінь плазми продуктів згорання з мірою недорозширення 1,1...3,0 м і швидкістю витікання до 3000 м/с. Виміри показали, що швидкість часток на дистанції напилення 250-300 мм у разі використання порошку WC — 12 склала 480 м/с, оксиду алюмінію — 420 м/с, оксиду хрому — 430 м/с, сплаву залізонікеля — 500 м/с[3].

Існує можливість регулювати температуру в межах 3500— 6500° K, що дозволяє ефективно напилювати як легкоплавкі матеріали (алюміній і його сплави), так і тугоплавкі (наприклад, діоксид цирконію). Пористість покриття на оптимальних режимах складає 0,5...3,0%, а міцність зчеплення — 60...120 МПа. Продуктивність напилення оксиду алюмінію досягає 20 кг/год, а вольфрам-кобальтових твердих сплавів — до 40 кг/год.

При надзвуковому плазмовому напиленні додавання метану або пропан-бутана до повітря робить високотемпературну ділянку плазмового

струменя, в якій відбувається нагрів і прискорення часток порошку, протяжнішим, а профіль температур і швидкостей більше заповненим. Швидкість часток порошку  $Al_2O_3$  розміром 80 мкм при надзвуковому газоповітряному напиленні на дистанції 250 і 300 мм складає 330...500 м/с. При цьому гарантований термін служби анода дорівнює 40...50 год. Ресурс роботи катода з гафнієвою вставкою складає 6-10 год, з цирконієвою — 4...6 год [3].

У разі надзвукового повітряно-газового плазмового напилення сплаву Fe - Mo - Cr - Ni – В завдяки високій кінетичній енергії відбувається інтенсивне розплющення часток, що забезпечує щільний контакт з основою. Це призводить до підвищеної міри аморфізації напиленого матеріалу.

При надзвуковому плазмовому напиленні покриття з різних порошкових матеріалів характеризуються низькою пористістю (0...3%), високою міцністю зчеплення з основою (до 150 МПа) і підвищеною мікротвердістю.

#### 1.4 Детонаційний - газове напилення

Зі швидкістю, що перевищує швидкість звуку відбувається циклічний характер подання порошку на напилювану цим методом поверхню деталі, - це є головною відмітною особливістю детонаційного напилення. Циклічний процес напилення виходить за допомогою детонаційних установок, принципова схема яких представлена на малюнку 1.4.

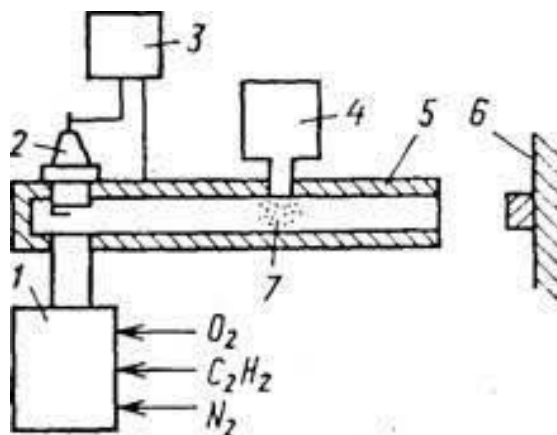


Рисунок 1.4 - Схема детонаційного пристроїв

У загальному вигляді детонаційні установки складаються з блоку 4 подання напилюючого порошку, що включає порошковий живильник і дозуючий пристрій; блоку 1, необхідного для утворення необхідних газових сумішей і заповнення ними ствола детонаційної установки із заданою швидкістю; блоку підпалу 3 і запальника 2, призначених для ініціації вибуху робочої суміші; ствола 5, що є трубою діаметром 20-50 мм, завдовжки 1...2,5 м і призначеного для спрямованого поширення вибухової хвилі у бік відкритого кінця ствола.

Принцип дії установки полягає в наступному. У ствол 5 з блоку 1 подається газова суміш. Одночасно з цим через дозуючий пристрій з живильника порошкового призначеними порціями видувається порошок і з використанням газу - азоту або повітря – дрібнодисперсний порошок уривається в газову суміш безпосередньо перед її запаленням, потім запальником 2 підпалюють газову суміш. В результаті займання і переміщення по каналу горючої суміші відбувається її вибух з виділенням значної кількості теплоти і утворенням детонаційної хвилі, хвиля у багато разів прискорює частки і викидає через ствол на поверхню деталі 6 напилюваних часток 7 зі швидкістю, визначуваною геометрією ствола і складом газу.

Покриття наносяться детонаційне напилення маловивчений процес і досить складний. Плазмове напилення багато в чому схоже на детонаційне. Обидва методи об'єднує те, що зчеплення часток з підкладкою і між собою може відбуватися в розплавленому, оплавленому і твердому станах. За рахунок хімічної взаємодії відбувається кристалізація на поверхні деталі часток, що розтеклися, і цим забезпечується міцне зчеплення.

У детонаційному напиленні швидкість часток різко перевершує швидкість часток в плазмі: при плазмовому швидкість часток напилення (100-200 м/с) при детонаційному може доходити до 400-1000 м/с. Тому не лише термічна активація впливає на механізм і кінетику формування напилюваного шару, але і істотний вплив, в зоні зіткнення часток про робить пластична деформація. Але істотний вклад, при детонаційному напиленні, у формування

напилюваного покриття, вносить термічна активація. Досвід нанесення детонаційного і інших способів напилення доводить, що для якісного зчеплення напилюваного матеріалу і напилюваної поверхні, необхідно щоб велика частина переносилася на поверхню в розплавленому або оплавленому стані.

Досвід застосування різних способів напилення, у тому числі детонаційного, доводить, що для отримання задовільного зчеплення часток порошку з основою необхідно, щоб їх значна частина транспортувалася на підкладку в розплавленому або оплавленому стані. Частки знаходяться на початку в середині потоку, в оплавленому або розплавленому стані, температура в зоні контакту з поверхнею досягає температури плавлення цих часток. Теплота, що виникає при зіткненні об поверхню часток підвищується на  $1000^{\circ}\text{C}$  при їх швидкості до  $400\text{м/с}$ [4].

Частки більші в менш концентрованому потоці мають меншу швидкість і в нерозплавленому виді наносяться на напилювану поверхню. У формуванні грають як корисну, так і шкідливу роль в: покритті: корисна полягає в тому, що при видаленні ділянки дефекту напиленого покриття - підвищуються фізико-хімічні властивості і щільність покриття; шкідлива полягає в тому що при більшому підвищенні кінетичної енергії великих часток в покритті можуть утворитися тріщини і навіть можливе відшаровування. Ці чинники регулюються зміною режиму швидкості транспортування матеріалу і зміною діаметра напилюваного порошку. Цей процес напилення з точки зору використовуваного устаткування простий і зрозумілий у використанні. Головними чинниками напилення являються газові суміші, діаметр порошоків, ствол вибраної установки.

Рекомендовані режими детонаційного напилення для деяких матеріалів представлені в таблиці 1.1 [4].



Таблиця 1.1 - Режими нанесення детонаційних покриттів з деяких матеріалів

Матеріал	Отноше- ние O <sub>2</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Глибина заванта ження порошк у, мм	Дистан- ція нап илення, мм	Навішув ання порошку, міліграм	Грануля -ція, мкм	Довжи на ствола, м	Діа- метр ствола, мм
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >99 %	2,5	750	150	50	20-40	2	20
WC + 8-20 % З (механічна суміш)	1,2	300	150	200	1-5	1,6	16
WC + 8-20 % С (гомогенний сплав)	1,2	300	150	200	10-20	1,6	16
75 % Cr 2C <sub>3</sub> +25 % NiCr	1,2	300	100	200	40-50	2	20

У серійному виробництві підтримка оптимальних режимів багатопараметричного процесу можлива за умови роботи установки в автоматичному режимі.

Підтримка оптимальних режимів, в серійному виробництві, можливо за наявності устаткування яке працюватиме в автоматичному режимі.

Автоматична детонаційна установка, представлена на рис. 1.4, має систему електроуправління детонаційним устаткуванням, що складається з декількох блоків управління, технологічних операцій, що забезпечують послідовність, і безпека роботи оператора.

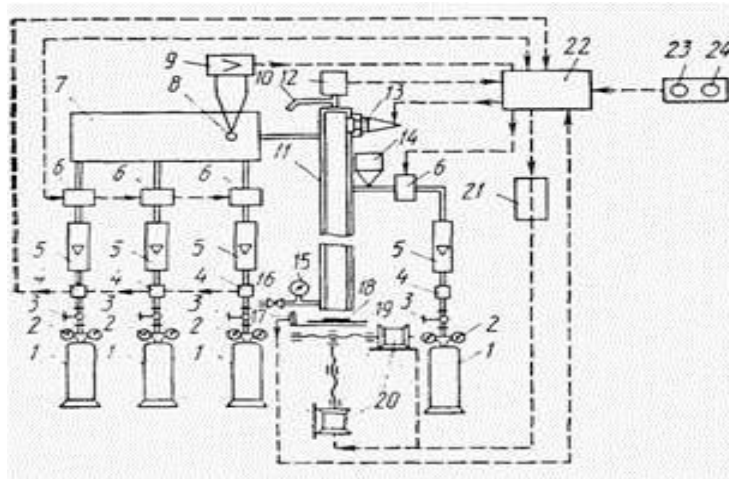


Рисунок 1.4 - Схема автоматичної детонаційної установки:

1 - балони з газом; 2 - редуктори; 3 - вентиля; 4 - стабілізатори тиску; 5 - ротаметри; 6 - електромагнітні клапани; 7 - пристрій змішувача; 8 - термopари; 9 - підсилювач; 10 - патрубок для зливу води; 11 - ствол; 12 - реле тиску; 13 - свічка для ініціації вибуху; 14 - дозатор; 15 - манометр; 16 - вентиль для подання води; 17 - датчик, фіксувальний вибух і видаючий команду на виконання наступного вибуху; 18 - покриття; 19 - напилювана деталь; 20 - електродвигун з пристосуваннями, що переміщують деталь; 21 - керований пристрій для переміщення деталі; 22 - шафа для електричного управління; 23 - кнопка «Пуск» установки; 24 - кнопка «Стоп» установки[4]

При детонаційному напиленні можна отримувати покриття з будь-яких матеріалів, тугоплавких з'єднань, оксидів та ін. Для отримання зносостійких покриттів з метою відновлення деталей застосовують оксид алюмінію  $Al_2O_3$ , сплави ПГ-СР, що самофлюсуються, СНГН, ВСНГН (65% WC і 35% СНГН).

Для підвищення зносостійкості використовують карбіди вольфраму WC, титана TiC, хрому  $Cr_2C_3$ , борид хрому  $CrB_2$  з добавками 8-20% Ni або C.

Способом детонаційного напилення можна отримати шари значної товщини, але найміцнішими зчепленнями будуть покриття завтовшки від 0,2 до 0,4 мм. Саме тому деталь раціонально відновлювати з невеликим зносом. Детонаційне напилення має скорострільність 1-5 пострілів в секунду.

Товщина покриття в центрі плями металізації, що наноситься за один постріл, залежить від дози порошку, що подається в ствол, і зазвичай складає 8-20 мкм при площі покриття 4...6 см<sup>2</sup>. При напиленні сплавами, що самофлюсуючимися, зазвичай застосовують порошки з діаметром часток 7...70 мкм. Шорсткість після нанесення детонаційних покриттів складає, як правило,  $R_a = 3 \dots 4$  мкм.

Детонаційне напилення набуває поширення в різних галузях народного господарства як для зміцнення поверхонь нових деталей, так і для відновлення зношених. Цьому сприяє випуск установок для автоматичного детонаційного напилення: УДН- 2«Гамма», УДГ-Н2- 30, УДГ-Д2- 4 [4].

Детонаційне напилення знайшло своє застосування в зміцненні різних видів інструменту, штампів, колінчастих валів і блоків циліндрів для двигунів. Детонаційне напилення на даний момент обмежено використовують для відновлення зношених деталей, в основному застосовують для покриття на посадочні місця підшипників. В той же час випробування ряду зміцнених і відновлених деталей в умовах експлуатації, а також досвід зарубіжних фірм показують, що впровадження детонаційного напилення у виробництво дозволить отримати значний техніко-економічний ефект.

## 1.5 Електродугове напилення

Перспективне напилення композиційних покриттів. Для нанесення корозійностійкого покриття рекомендується користуватися покриттям електродуги з кольорових металів

Електродугове напилення зазвичай ведуть у відкритій атмосфері, тому що створити захисне середовище важко. Проте ведення процесу в камері із загальним захистом принципово можливо.

Процес електродугового напилення полягає в розплавленні дрітків

електричною дугою, що виникла між дротами і видуванні через електричну дугу струменя стислого газу і здійснення подальшого перенесення напилюваного матеріалу за допомогою здування часток на напилюваний матеріал

Електродугове напилення має наступні переваги: Досить високий термічний ККД, найбільша продуктивність близько 50 кг / год і менше (в порівнянні з іншими способами напилення); має можливість отримання покриття з високою адгезійною і когезійною міцністю і порівняно низькою пористістю.

При газополум'яному і електродуговому напиленні твердість покриття збільшується зі збільшенням вмісту вуглецю в сталевому дроті.

Електродугова металізація представлена на малюнку 6. У сопло електрометаллизатора подається два дроти, їх функція полягає у виконанні роботи анода і катода, кожна свою. Електрична дуга виникає між катодним і анодним дротом в наслідку цього відбувається плавлення дроту. З подання стислого повітря відбувається те, що розпиляло напиляемого матеріалу. Протікання процесу відбувається на постійному струмі[5].

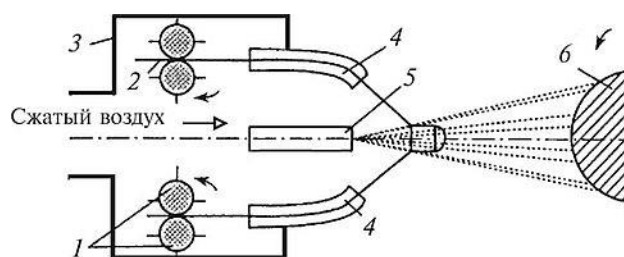


Рисунок 1.5 - Електродугова металізація:

- 1 — ролики; 2 — електричний дріт; 3 — дроти трансформатора;  
4 — направляючі; 5 — сопло; 6 — деталь

В Україні найбільш поширені дугові металізатори ЭМ- 12, ЭМ- 14 і ЭМ- 15. Для плавлення і розпилення металу, що подається, використовується електрична дуга постійного струму, чим процес

електродугового напилення схожий з плазменним напиленням. Дуга, у разі плазмового способу є іонізованою газовою плазмою, що утворюється між металевими електродами, що охолоджуються водою. Витрата електродів в цьому процесі не відбувається. У плазмовому способі напилення використовується точковий вольфрамовий катод, що охолоджується водою, встановлений концентрично біля основи соплоподібного охолоджуваного водою мідного анода. Газ подається під кутом в кільцевий міжелектродний проміжок, відбувається іонізація і утворюється дуга. Газовий потік виштовхує дугу через отвір сопла, де в центрі плазмової дуги створений концентрований спіральний потік. Температура в центрі дуги досягає  $20000^{\circ}\text{C}$  за рахунок високого градієнта. Температура стінок сопла досягає  $250^{\circ}\text{C}$ . Метал для покриття у вигляді порошку подається в другому потоці газу і радіально упорскує в сопло металізатора. Частки металу, проходячи через плазмову дугу, плавляться, розпилюються і виводяться з сопла під дією потоку газу.

Підвищення продуктивності і стабільності процесу електродугового напилення залежить переважно від електричних режимів горіння дуги, умов розпилення металу повітрям або якимось газом, а також характеристик джерел струму і конструктивного виконання вузла розпорошувальної голівки апарату.

Продуктивність і стабільність процесу напилення на пряму залежать від режимів горіння дуги, умов розпилення метал і від характеристик джерела живлення і виконавчого вузла розпорошувальної голівки.

Сучасні апарати електродугового напилення розраховані на роботу дротом одного і того ж діаметру для різних металів, діаметри дроту від 2 до 5 мм для усіх металів.

На установку допускаються працювати особи не молодше 18 років, спеціально навчені для роботи на устаткуванні другої і третьої групи електробезпеки.

Вимоги до техніки безпеки при газоплазмовому електродуговому напиленні пред'являються ті ж, що і при виконанні робіт по газовому і електродуговому зварюванні.

Експлуатаційні характеристики покриттів, отриманих методом електродугового напилення, в першу чергу визначаються технологією їх отримання і залежать від наступних основних чинників і параметрів технологічного процесу: підготовки поверхні виробів до нанесення покриттів, сили струму дуги, тиску і хімічної чистоти реакційного газу, напруги на підкладці.

Можливість отримання такої високої продуктивності робить процес електродугового напилення дуже перспективним для механізованих і автоматизованих виробництв[5].

Устаткування для газополум'яного напилення різноманітніше по конструктивному виконанню в порівнянні з апаратурою для електродугового напилення.

Для отримання антифрикційних покриттів електродугового напилення використовуються універсальні двоохротяні апарати і спеціальні трьохротяні апарати[5].

Головними перевагами електродугового напилення можна виділити простоту у використанні устаткування, а також невеликі експлуатаційні витрати. Недоліками електродугового напилення являються підвищене окислення металу, значне вигорання легуючих елементів і знижена щільність покриття.

Електрична дуга, що використовується як джерело нагріву металу при електродуговому напиленні, в якісному відношенні мало відрізняється від електричної дуги при зварюванні плавкими електродами. Усі апарати для електродугового напилення мають постійну незалежну швидкість подання електродів; у них використаний принцип саморегулювання дуги.

Вживані дротяні матеріали при цьому мають нижчу вартість, ніж порошкові. Міра засвоєння тепла матеріалом досягає при електродуговому напиленні 57 % в порівнянні з 13 і 17 % при газополум'яному і плазмовому напиленні відповідно.

Великий вплив на твердість покриття робить відстань напилення. Найбільш тверде покриття із сталі 40 виходить при відстані напилення 120 мм для електродугового напилення і 150 - 160 мм для газополум'яного.

тродугового напилення. У новітніх конструкціях ручних апаратів (ЕМ- 14) використовується малогабаритний турбінний привід зі вбудованим електромагнітним регулятором швидкості подання дроту. На його базі випускається установка КДМ- 1 в комплекті з джерелом живлення постійного струму для елек

У харчовій промисловості застосовують комбіновані полімерні для металізації покриття. Технологія таких покриттів наступна: дробеструйне очищення, знепилювання та знежирення металевої поверхні апарату; напилення електродуги алюмінію; нанесення ґрунтовки, основного і лицьового шарів епоксидного складу ТІКГ - 71; термообробка покриття[1].

Одним з найважливіших металургійних параметрів є температура напилюваних часток.

До переваг електродугового напилення слід віднести порівняну простоту вживаного устаткування, а також невеликі експлуатаційні витрати. Недоліками електродугового напилення є підвищене окислення металу, значне вигорання легуючих елементів і знижена щільність покриття[5].

Ці дані не є абсолютними, оскільки вартість дроту, газів і електроенергії в різних країнах різна. Проте можна зробити висновок, що електродугове напилення і газополум'яне приблизно рівноцінні. Правда, алюмінієві покриття при електродуговому напиленні обходяться дещо дорожче, але коли потрібен особливо надійний захист, ці додаткові витрати виправдані.

## 1.6 Плазмове дугове напилення

Плазмове напилення в порівнянні з газополум'яним напиленням і електродуговою металізацією має ряд переваг [7]:

- Дозволяє наносити покриття з матеріалів широкого складу (метали, сплави, оксиди, карбіди, нітрид, борид, пластмаси і їх різні композиції) на різноманітний матеріал основи (метали, кераміка, графіт, пластмаси та ін.);
- плазмотрони дозволяють в широких межах регулювати енергетичні характеристики плазми, що полегшує отримання покриттів з властивостями, обумовленими вимогами технології;
  - використання в плазмових пальниках інертних газів і сумішей, що не містять кисню, сприяє зменшенню окислення напилюваної поверхні деталі;
  - покриття, отримані плазмовим напиленням, за фізико механічними властивостями перевершують покриття, отримані газополум'яним і дуговим способами напилення.

Плазмено-дугове напилення по виду використовуваного присадного матеріалу підрозділяється на: напилення порошком і напилення дротом.

Порошкові розпилювачі залежно від властивостей і розмірів часток можуть здійснювати подання присадного матеріалу по малюнку 7:

- безпосередньо у плазмовий струмінь на виході з плазмотрона;
- під кутом до сопла плазмотрона, назустріч потоку іонізованого газу;
- всередину сопла плазмотрона в заанодную зону або в доанодную зону



плазмової дуги.

Подання порошку в плазмовий струмінь використовується в плазмотронах великої потужності. Така схема подання не впливає на формування потоку плазми, а плазмотрони характеризуються завищеною потужністю, щоб тепла плазмового струменя вистачило на нагрів порошку.

Подання порошку в доанодну зону найбільш вигідне з точки зору теплообміну, але зв'язане з перегріванням часток в соплі і забиванням сопла розплавленими частками, що призводить до необхідності висунення підвищених вимог до рівномірності подання порошку.

Ефективність нагріву часток порошку можна підвищити при одних і тих же параметрах режимів шляхом більше рівномірного його розподілу по перерізу гарячої зони плазмового струменя. Цьому сприяють конструкції плазмотронів, що дозволяють вводити порошок в плазмовий струмінь не через один отвір, а, наприклад, через три, розташованих під кутом  $120^\circ$ . При цьому ККД нагріву порошку змінюється від 2 до 30 %.

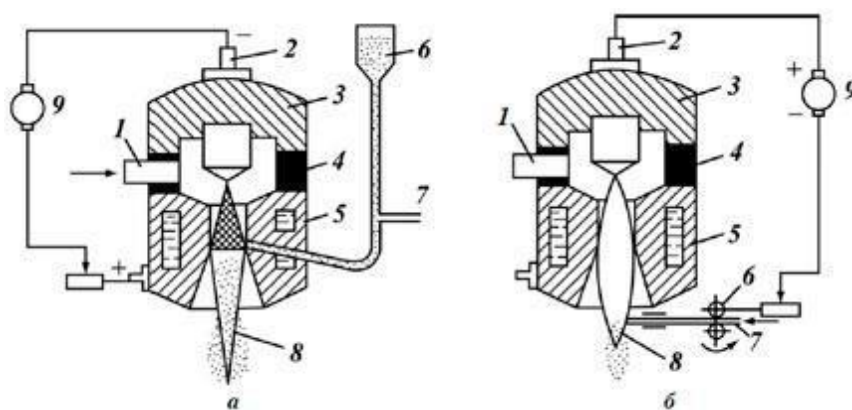


Рисунок 1.6 - Схема плазмового напилення

а - порошком; б - дротом. 1 - підведення плазмоутворюючого газу; 2 - катод плазмотрона; 3 - корпус катода; 4 - ізолятор; 5 - корпус анода; 6 - порошковий живильник (рис. а) або механізм подання дроту (рис. б); 7 - підведення газу, що транспортує порошок; 8 - плазмовий струмінь; 9 - джерело живлення.

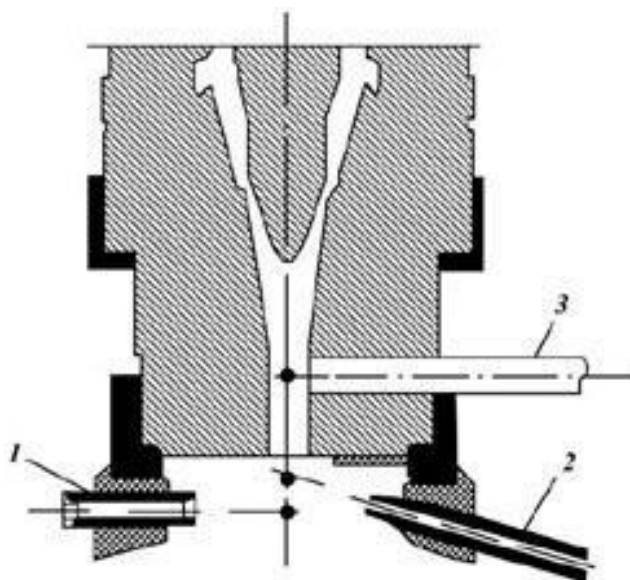


Рисунок 1.7 - Схеми подання порошку в плазмотрон:

1 - у плазмовий струмінь; 2 - під кутом до плазмового струменя; 3 - в сопло.

#### Застосування:

Для напилення зносостійких покриттів застосовують порошки з грануляцією, що не перевищує 200 мкм. При цьому дисперсність часток порошку повинна знаходитися у вузьких межах з різницею розмірів не більше 50 мкм. При значній різниці розмірів часток неможливо забезпечити їх рівномірне нагрівання. Це пояснюється тим, що, незважаючи на високу температуру плазмового струменя, великий порошок не встигає розплавитися за короткий час його знаходження в плазмовому струмені (10-4-10-2 с), дрібний частково випаровується, а основна його маса через низьку кінетичну енергію відтісняється плазмовим струменем убік, не досягнувши її центральної зони. При відновленні деталей напиленням порошковими зносостійкими сплавами на нікелевій та залізній основі найбільш раціональним є грануляція порошку з розмірами частинок 40-100 мкм. [6].

У технологічний процес відновлення деталей плазмовим напиленням входять такі операції як: підготовка порошку, поверхні деталі, напилення і механічна обробка напилених покриттів. Перед обробкою відновлювану поверхню знежирюємо і зачищаємо. Ділянки, прилеглі до поверхні, що

підлягає напilenню, захищають спеціальним екраном. Оскільки вже через 2 години активність поверхні зменшується із-за збільшення на обробленій поверхні оксидної плівки напилувати покриття слід відразу після дробеструйної обробки

Для підвищення міцності зчеплення покриття з основою процес плазмового напilenня проводять з подальшим оплавленням. Операція оплавлення завершує процес нанесення покриття. Оплавлення здійснюють тим же плазмотроном, що і напilenня, при тій же потужності стислої дуги, з наближенням сопла плазмотрона до деталі на відстань 50...70 мм. Опір втоми після оплавлення підвищується на 20-25 %. Міцність зчеплення після оплавлення досягає 400 МПа. Зона перемішування оплавленого і основного металів складає 0,01...0,05 мм.

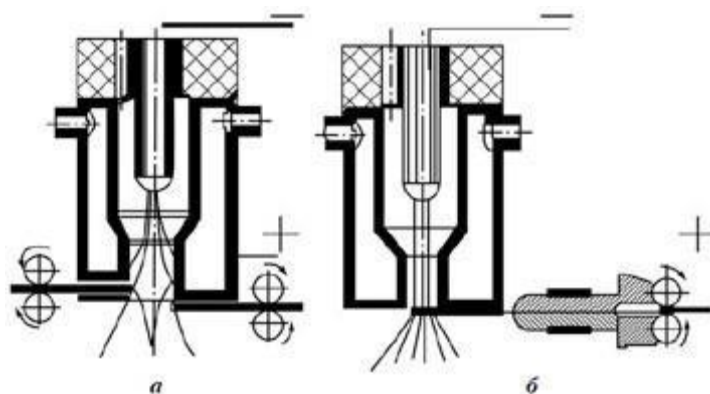


Рисунок 1.8 - Схем плазмових розпилювачів :

а - пруткового; б дрітного («дріт-анод»)

Недоліки [6]:

Істотним недоліком плазмового нагріву при оплавленні

Являється те, що плазмовий струмінь, маючи високу температуру і значну концентрацію енергії, дуже швидко нагріває поверхню покриття при недостатньому прогріванні поверхні деталі і тим самим часто призводить до згортання оплавленого покриття. Крім того, в результаті високої швидкості витікання плазмового струменя і значного тиску на напилувану поверхню також може статися порушення шару покриття. Плазмове напilenня з

подальшим оплавленням рекомендується застосовувати для малогабаритних деталей діаметром, що не перевищує 50 мм.

При використанні як присадний матеріал дроту можливе застосування двох схем підключення плазмотрона: при струмоведучому соплові рис. 9а або при струмоведучому дроті рис. 9б).

Схема дротяного, щорозпиляло з токоведущей дротом - анодом була розроблена В. В. Кудиновим у кінці 50-х років минулого століття. Тоді вдалося отримати небачену продуктивність - 15 кг/год вольфраму при потужності 12 кВт. При плазмовому напиленні разом з дротом використовують і прутки. Так, щоб теплота ефективно відводилася мідною оболонкою і віддалялася охолоджувальною водою.

Установки, що випускаються нині промисловістю для плазмового напилення, комплектують плазмотронами із споживаною потужністю 25...30 кВт при силі струму 350...400 А. З іншого боку, для нанесення покриттів на малі деталі (поверхні), наприклад, коронки в стоматології, бандажні полиці лопаток ГТД в авіабудуванні були розроблені мікроплазмові пальники, працюючі на струмах 15...20 А при потужності до 2 кВт [7].

### 1.7 Високочастотне напилення

При такому способі напилення переклад матеріалу покриття (дроти) в рідку фазу здійснюється нагрівом тструмами високої частоти.

Розпорошування розплаву виконується струменем стислого повітря.

Розпорошувальна голівка високочастотного металізатора представлена на рис.10. Живлення індуктора апарату здійснюється від лампової високочастотної установки відносно невеликої потужності, наприклад ВЧИ4— 10/0,44 або ВЧИ— 25/0,44 (потужність відповідно до 10 і 25 кВт, робоча частота — 440 кГц).

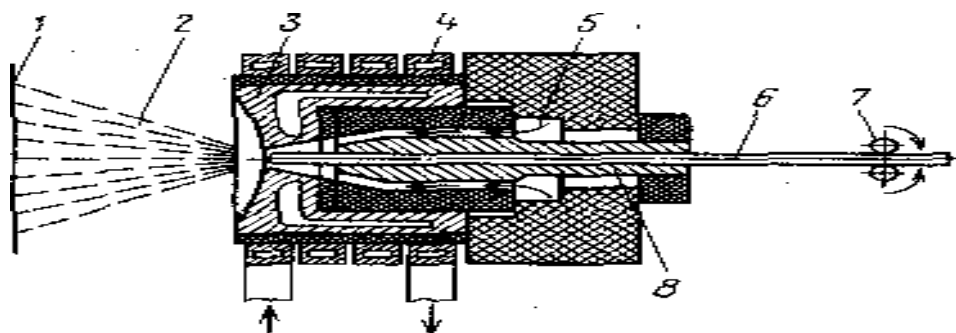


Рисунок 1.9 - Розпорошувальна голівка високочастотного пристрою для напilenня: 1 - напилювана поверхня; 2 - газометалічний струмінь; 3 - концентратор струму; 4 - індуктор ТВЧ; 5 - повітряний канал; 6-проволока; 7 - подаючі ролики; 8 - втулка напрямної.

Фізико-механічні властивості покриттів, нанесені високочастотним напilenням, значно вище за аналогічні властивості покриттів, отриманих напilenням електродуги. Це пояснюється сприятливішими умовами плавлення матеріалу покриття (дроти). Коливання розмірів розпиляних часток і їх температура по перерізу конуса распыла змінюються у вузьких межах, ніж при електродуговій металізації. Тому вигорання основних хімічних елементів знижується в 4...6 разів, насиченість покриття оксидами зменшується в 2...3 рази [8].

Менша окислюваність часток покриття покращує умови змочування частинками відновлюваної поверхні деталі. Тому при даному способі напilenня міцність зчеплення частинок між собою та підкладкою підвищується. Крім того, конструкції апаратів для високочастотного напilenня забезпечують розпилення металевих частинок у формі правильного конуса з малим кутом при вершині, що зрештою забезпечує зниження неефективних втрат матеріалу покриття (дроту). До основних недоліків слід віднести порівняно невисоку продуктивність процесу, складність і високу вартість високочастотних лампових установок, які необхідно використати для живлення індуктора металізатора [8].

## Висновки

Грунтуючись на приведених вище положеннях можна виділити основні переваги і недоліки газотермічного напилення

Переваги[1]:

1. Можливість нанесення покриття не тільки на метал, але і на скло, фарфор, фаянс а також на папір, тканину, дерево, картон.
2. Малі габарити і простота переміщення.
3. При напиленні можна використати різні матеріали, також можливо напилювати різні шари матеріалів, для забезпечення покриттю спеціальних властивостей.
4. Висока продуктивність, мала трудомісткість процесу і простота технологічних операцій

Недоліки[1]:

1. Низька ефективність нанесення на покриття дрібних деталей, зайву витрату напилюваного матеріала.
2. При попередній обробці деталі потрібна піскоструминна або дробеструминна обробки, які зв'язані з шкідливими умовами роботи для операторів.
3. Виділення шкідливих аерозолів і диму під час роботи, вимагає потужних витяжних пристроїв.

З урахуванням викладеного для поставленого в даній роботі завдання для відновлення штоку гідроциліндра була вибрана технологія електродугового напилення.

## 2 Об'єкт і методи дослідження

### 2.1 Формулювання проектного завдання

Метою випускної кваліфікаційної роботи є розробка технології відновлення штоків гідроциліндрів. При цьому зробити вибір найбільш ефективного методу нанесення покриття та матеріалів для напилення, розрахунок режимів напилення та вибір необхідного обладнання для напилення, визначити потрібний склад усіх необхідних елементів виробництва. Крім цього, розробляються ергономічні та економічні заходи, які спільно з технологічною частиною повинні забезпечувати можливість створення найбільш сучасної та передової за технічним рівнем та високоефективної технології з випуску продукції, за її собівартості, що зумовлює рентабельність виробництва та найкоротші терміни окупності капітальних витрат, а також дотримання інших необхідних вимог.

### 2.2 Теоретичний аналіз

В результаті теоретичного аналізу, існуючого технологічного процесу гальванічного хромування штоків гідроциліндрів були виявлені істотні недоліки. Для усунення цих недоліків пропонується зробити наступні зміни в технологічному процесі:

1. скоротити кількість забруднення, що виділяється гальванічним хромуванням в довкілля;
2. збільшити стійкість покриття, що наноситься, і його працездатність;

В результаті впровадження в технологічний процес вищезгаданих змін значно покращуються технічні і економічні показники, знижується собівартість виробу, що у свою чергу приведе до збільшення конкурентоспроможності виробу на ринку виробництва, збуту і споживання, а, отже, до рентабельності виробництва цього виробу.

### 3 Вибір способу нарощення зношеної поверхні деталі

#### 3.1 Інженерний розрахунок

##### 3.1.1 Вибір способу електродугового напилення і напилюваних матеріалів

Шток - це деталь, що сполучає між собою повзун і поршень. Він є суцільним або порожнистим стержнем циліндричної форми і використовується в парових машинах, поршневих насосах і в поршні автомобіля. Шток має найменшу шорсткість в місцях посадки підшипників  $Ra=0.63$  мкм [9].

Шток виконаний із сталі 30ХГСА ГОСТ 8731-74

Таблиця 3 - Хімічний склад сталі 30ХГСА

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	S, %	P, %	Ni, %
0,28-0,34	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8 -1,1	до 0.025	до 0.025	до 0.3

Таблиця 4 - Механічні властивості сталь 30ХГСА

Межа плинності $\sigma_T$ Мпа	Межа міцності $\sigma_B$ , Мпа	Відносне подовження $\delta_3$ , %	Ударна в'язкість, КДж/м <sup>2</sup>
390-880	710-1000	12-14	300-487

Для нанесення захисного покриття вибираємо спосіб напилення електродуги, як напилюваний матеріал використовувався EuTronic Arc 532 сплав Fe - Cr - Mn - C, оскільки цей дріт схожий по складу з порошковим матеріалом який використовувався при напиленні штоків гідроциліндрів газополум'яним і іншими способами.



Електродугова металізація характеризується відмінною, в порівнянні з іншими технологіями, продуктивністю, високим ККД. Крім цього, обладнання для електродугової металізації відрізняється простотою використання, невибагливістю використання, невисокими вимогами до інфраструктури підключення, що дозволяє її використовувати як в умовах цеху зі стаціонарними лініями електрики та стиснутого повітря, так і в умовах поза цехом, де достатньо додатково використовувати широко поширені промислові компресора та електрогенератори. Матеріали для металізації електродуги робляться у виді дротів, у тому числі і порошкових.

Металізація електродуги припускає використання електричної енергії для розплавлення матеріалу. Відсутність відкритого полум'я і горіння, як такого, дозволяють застосовувати металізацію електродуги в закритих просторах. [1].

Спектр використовуваних матеріалів обмежується обов'язковою наявністю в матеріалі елементів, що проводять, що подається. Металізація електродуги не застосовна для нанесення полімерних, керамічних і інших непровідних матеріалів [7].

Переваги цього способу :

Такі покриття запобігають корозії не тільки тим, що ізолюють сталеві поверхні від корозійного впливу навколишнього середовища як лакофарбові матеріали. Негативний по відношенню до сталі електродний потенціал гальванічно захищає поверхню від корозії навіть у разі локальних пошкоджень покриття. Крім того, при застосуванні таких покриттів у принципі неможливий розвиток підплівкової корозії, що дуже часто відбувається при використанні лакофарбових матеріалів. Ще одна істотна перевага покриттів металізацією полягає у високій адгезії металевих покриттів. Причому з часом адгезія тільки зростає за рахунок взаємної дифузії металів, тоді як будь-яке лакофарбне покриття рано чи пізно втрачає

адгезію і відшаровується зважаючи на принципову різнорідність матеріалів.

Окрім антикорозійних покриттів, металізація електродуги може застосовуватися для нанесення зносостійких покриттів. Використання спеціально розроблених порошкових дротів має на увазі трьохстадійний процес утворення покриття : спочатку від енергії металізатора розплавляється оболонка порошкового дроту, плавлення є ендотермічною реакцією; що виділяється при плавленні оболонки тепло проплавляє шихтову суміш, що наповнює шнуровий матеріал.

Металізація електродуги, на відміну від широко застосовного для нанесення зносостійких покриттів високошвидкісного напилення, має більшу продуктивність і мобільність, що робить її прекрасною альтернативою для створення зносостійких покриттів, при цьому нанесення покриттів ЕДМ значно дешевше, проте відмітною особливістю від HVOF - покритий являється висока пористість, що може в деяких випадках привести до корозії, а також менший рівень адгезії.

EuTronic Arc 532 Сплав Fe - Cr - Mn - C альтернатива сталям з 13% Cr. Заміна твердого хрому на гідравлічних поршнях. Зносостійке покриття для валків машин друкарень, відновлення посадочних місць підшипників і ущільнень. Має твердість: 640 HV30, сплав, що самофлюсується, з підвищеними захисними властивостями при терті метал-метал, окисленні і корозії.

При гальванічному хромуванні водень, що виділяється на поверхні катода, частково проникає в структуру сталі (матеріалу деталей, на які наноситься покриття) і створює внутрішні напруги. Це може призвести до корозійного розтріскування деталей. У деяких випадках внутрішні напруги, що виникли при гальванічному хромуванні, можуть підсумовуватися з напругами, які виникли під час підготовчих операцій і деталі можуть потріскатися (особливо якщо вони досить тонкі стінки). Для того, щоб зі

сталевих і термооброблених деталей видалити водень, утворений після процесу гальванічного хромування, їх протягом 1...1,5 години при температурі 445...455°K прогрівують на повітрі або маслі.

### 3.1.2 Металургійні і технологічні особливості прийнятого способу газотермічного напилення

Нагрівання від 50°C до 70°C не викликає внутрішньо-структурних змін в металі. Механічні властивості зберігаються, завдяки чому можна наносити шар покриття на будь-які матеріали: метал, пластмасу, дерево, гуму і т. п.

Металізація забезпечує високу твердість напиленого шару, що сприяє збільшенню терміну служби відновлюваних деталей. Напилюють найрізноманітніші метали. Наприклад, для напилення може бути використаний біметалічний дріт з алюмінію і свинцю, що дозволяє не лише замінювати дорогі олов'янисті бабіти і бронзи, але і значно збільшити термін служби підшипників [12].

Проте, застосовуючи металізацію, необхідно враховувати, що металізований шар, нанесений на поверхню деталі, не підвищує її міцності. Тому застосовувати металізацію для відновлення деталей з ослабленим перерізом не слід. При відновленні деталей, що знаходяться під дією динамічних навантажень, а також деталей, працюючих при терті без мастильних матеріалів, необхідно знати, що зчіплюваність напиленого шару з основним металом деталі недостатня.

Отримання якісних покриттів можливе лише при суворому дотриманні режимів і точній підготовці поверхонь деталей, що піддаються металізації, буде можливе отримання якісного покриття

Під час підготовки поверхні деталі до металізації, виконувати операції

виконують в такій послідовності: очищають деталі від забруднень, плівок, оксидів, жирових плям, вологи і продуктів корозії; виконують попередню обробку різанням поверхні для надання їй правильної геометричної форми; отримують на поверхнях деталей шорсткість, необхідну для утримання нанесеного шару металу; забезпечують захист суміжних поверхонь деталей, що не підлягають металізації.

Перед металізацією необхідно провести очищення напилюваної деталі ганчірками щітками, промиванням в спеціальних знежирюючих розчинах. Обробкою різанням виправляють геометричну форму деталі

і доводять розміри деталі до розмірів, при яких можливе нанесення покриттів заданої товщини. На кінцях циліндричних поверхонь залишають буртики і проточують замки у вигляді кільцевих канавок, що оберігають покриття від руйнування.

Необхідну шорсткість на поверхні деталей, що підлягають металізації, отримують наступними способами. На поверхні термічно необробленій круглій деталі на токарно-гвинторізному верстаті нарізують «рване» різьблення різцем, встановленим з великим вильотом нижче осі деталі на 3 - 6 мм. Вібрація різця призводить до появи шорсткої поверхні із задирками. Різьблення нарізують при швидкості різання 8 - 10 м/мін (без охолодження) за один прохід різця на глибину 0,6 - 0,8 мм. Крок різьблення складає 0,9 - 1,3 мм, а для в'язких і м'яких матеріалів - 1,1 - 1,3 мм. На галтелях різьблення не нарізують. Для виходу різця при нарізуванні різьблення і усунення вифарбовування покриття у торця деталі роблять кільцеві канавки, глибина яких має бути на 0,2 - 0,3 мм більше глибини різьблення. У ряді випадків кільцеві канавки замінюють чорновим обточуванням із залишенням буртиків шириною 1 - 2 мм. В таблиці. 31 приведені деякі режими при нарізуванні рваного різьблення [12].

Здебільшого процес нарізування різьблення змінюють більш продуктивний процес, званий накаткою різьблення. Натомість

погіршується зв'язок основного металу з покриттям.

Застосовуваний матеріал є чинником якого залежить продуктивність напилення. У правильно вибраному режимі при товщині покриття 0,5 - 0,7 мм шар нагрівають до 70°C, якщо товщина шару досягає 2-3 мм або більше, то температура даного шару буде досягати 100-150°C.

Якщо режим напилення вибрано правильно, то при товщині покриття 0,5 - 0,7 мм поверхневий шар нагрівають до 70 ° C; при товщині покриттів

2-3 мм і більше температура цього шару досягає 100-150°C. Через підвищення температури можуть виникнути високі внутрішні напруження. Уникнення перегріву деталі покриття наносять малими шарами та окремими ділянками. Так, при напиленні шийок валів діаметром 150 мм і значній довжині цих шийок за один прохід напилюють поверхню площею не більше 800 – 1000 мм<sup>2</sup>.

Твердість покриття можна регулювати підбором вихідного матеріалу або режиму охолодження в процесі покриття.

Як зазначалося раніше, технологічний процес нанесення покриття змінюється в залежності від форми деталі. На деталі з плоскими поверхнями покриття найчастіше наносять вручну. В окремих випадках для нанесення розпиленого матеріалу використовують металорізальні верстати. При напиленні покриттів плоских деталей виникає ряд труднощів, які є насамперед результатом появи залишкових напруг, що розтягують, прагнуть відірвати покриття від деталі. При товщині шару понад 0,3 мм можливий відрив покриття на кінцях плоских поверхонь.

Для попередження сколювання або вифарбовування покриття по зовнішньому периметру плоскої поверхні роблять спеціальні канавки.

Щоб підготувати плоску деталь під поверхню напилення необхідно надати поверхні необхідну шорсткість або нарізувати канавки.

На поверхнях невеликих плоских деталей нарізають на токарних або карусельних верстатах «рвані» канавки у вигляд архімедівської спіралі. На строгальних верстатах відрізними різцями із закругленим лезом можна

нарізувати паралельні канавки і закоткувати вершини канавок. Поверхні, що закоткували, піддаються піскоструминній обробці. Канавки повинні розташовуватися перпендикулярно до напрямку дії навантаження.

При товщині покриття більше 0,5 мм підготовка деталі полягає в нарізуванні канавок у формі ластівчиного хвоста з кроком 2 - 3 мм або в установці шпильок (у шаховому порядку) з насічкою проміжків зубилом.

У деталей складної форми для закладення тріщин, раковин і плоских деталей застосовують піскоструминну обробку сухим кварцевим піском з розміром часток 1,5 - 2 мм.

В окремих випадках шорсткі поверхні і отримують намотуючи на деталь очищений від окалини дріт діаметром 0,5 - 1,6 мм з кроком, рівним двом, - п'яти діаметрам дроту. Намотаний дріт закріплюють зварюванням, після чого проводять піскоструминну обробку.

Витримка відстані необхідна для отримання високої якості покриття, для цього відстань витримки буде від 150-200мм, а напилююче обладнання повинне бути перпендикулярно деталі, що напилюється. Спочатку метал наносять на ділянки деталі з різкими переходами, кутами, жолобниками, уступами, а потім здійснюють металізацію всієї поверхні, рівномірно нарощуючи метал. Необхідні розміри, якість та правильну геометричну форму поверхонь, покритих розпиленним металом, одержують при остаточній механічній обробці.

### 3.1.3 Розрахунок режимів електродугового напилення

Виходячи з досвіду роботи машинобудівних підприємств досвідченими шляхами для електродугової металізації були підібрані наступні режими.

Таблиця 5 - Орієнтовні режими електродугової металізації

Кут напилення, град	Діаметр електроду, мм	Напруга, В	Сила струму, А	Швидкість подання проволки,	Відстань від сопла до напилюваної
---------------------------	-----------------------------	------------	----------------------	-----------------------------------	---

				м/хв	поверхні, мм
45-90	2	22-26	200-240	3-7	50-100

### 3.2 Технологічний розділ

#### 3.2.1 Технологічний аналіз вибраного виробництва

Визначення форм організації для заданої продукції виробу, що випускається, на виробництві грає величезне значення при розробці проекту

Приналежність проектованої ділянки до типу одиничного, дрібносерійного, великого, масового виробництва можна віднести на основі видів продукції, що випускається, повторюваності в процесі виготовлення

Проте не рідко на одній і тій же ділянці передбачають організацію виробництва різних типів, як правило строгих рамок тих, що обмежують виробництво немає.

Короткі характеристики перерахованих видів виробництв зводяться до наступного.

Таблиця 6 - Вибір типу виробництва по річному випуску і масі деталей (у штуках)[13]

Виробництво	Число оброблюваних деталей одного типорозміру в рік		
	Важкі $m > 100$ кг	Середні $m > 10 - 100$ кг	Легкі $m$ до 10 кг
Одиничне	до 5	до 10	до 100
Дрібносерійне	5-100	100-200	100-500
Середньосерійне	100-300	200-500	500-5000

Великосерійне	300-1000	500-5000	5000-50000
Масове	>1000	>5000	>50000

Відмінність в одиничному і дрібносерійному виробництві полягає у великій і непостійній номенклатурі виробів, що випускаються. У виробничому процесі застосовують універсальне устаткування «переналагоджуване оснащення». Відсутнє закріплення заготовель і деталей за устаткуванням. В основному використовує загальноцеховий транспорт.

Номенклатура виробів обмежена певними рамками і досить постійна для серійного виробництва. Виріб виготовляють і роблять серіями, що періодично повторюються, на спеціалізованих ділянках. Використовують універсальне застосування простого і комбінованого оснащення. Використовують загальноцеховий і підлоговий транспорт.

На підставі вищевикладених характеристик і даних довідкової літератури [11], враховуючи, що річна програма випуску продукції складає

$N = 5000$  штук, а маса деталей - 64 кг, робимо висновок, що проектоване зварювальне виробництво відноситься до типу великосерійного виробництва.

### 3.2.2 Порівняльна оцінка варіантів технологічного процесу

Увесь технологічний процес є послідовністю взаємозв'язаних операцій.

У пропонуваному варіанті технологічного процесу роботи, зв'язані з навантаженнями, виконуються з використанням крану мостового.

У цьому технологічному процесі ми замінюємо устаткування для гальванічного хромування на електродугову металізацію.

### 3.2.3 Нормування операцій

Призначення технічно обгрунтованих норм часу на тривалість виконання операцій називають нормуванням технологічних процесів

Технічно обгрунтованою нормою часу називають час виконання



технологічної операції у визначених організаційно - технічних умовах, найбільш сприятливих для цього типу виробництва.

На основі технічно обґрунтованих норм часу встановлюють розцінки, визначають продуктивність праці, здійснюють планування виробництва і т. п. Технічна норма часу на ручне напилення матеріалів[14]

$$t_{шт} = 1,08 * \left( 7,2 * \frac{Fhy}{10^3 g K_H} + t_{оп2} + t_{оп3} + t_{в2} \right) + \frac{5}{Z}, (1)$$

де 1,08 - коефіцієнт, враховує час на обслуговування робочого місця і особисті потреби робітника;

$g$  — продуктивність металізатора, кг/год;

$F$  — площа напилюваної поверхні, см<sup>2</sup>;

$\gamma$  — щільність напиленого металу, г/см<sup>3</sup>;

$h$  — товщина напиленого шару;

$K_H$  - коефіцієнт напилення (таблиця 7)

$t_{оп2}$  - оперативний час на огляд і протирання поверхні перед напиленням (таблиця 8)

$t_{оп3}$  – оперативний час на знежирення поверхні розчинником перед покриттям (таблиця 9)

$t_{в2}$  - час на установку, поворот і зняття виробу (таблиця 10)

5 – підготовчо завершальний етап;

$Z$  - число деталей в партії.

Таблиця 7 - Залежність коефіцієнта  $K_H$  від кута атаки газового струменя[14]

Кут атаки	Напилюван ий матеріал			
	Сталь	Цинк	Бронза	Алюмінієві сплави
90°	0,78	0,72	0,65	0,82
60°	0,39	0,36	0,31	0,41

Таблиця 8 - Час на огляд і притирання поверхні перед напиленням[14]

Площа поверхні, см <sup>2</sup>	До 20	20-30	30-50	50-80	80-120	120-200	3000-4000
топ2, хв	0,23	0,26	0,3	0,35	0,4	0,46	8,36

Таблиця 9 - Час на знежирення поверхні перед покриттям[14]

Площа поверхні, см <sup>2</sup>	До 100	100-200	200-400	400-600	3000-4000
топ3, хв	0,2	0,9	1,4	1,6	9,4

Таблиця 10 - Час на установку, поворот і зняття виробу, хв

Елемент операції	Маса виробу, кг				
	До 5	5-10	10-15	15-20	20-200
Піднести, укласти, зняти і віднести деталь:					
-робота на столі	0,24	0,39	0,49	0,53	2,70
- робота в пристосуванні	0,35	0,58	0,71	0,78	2,7
Повернути деталь	0,12	0,19	0,24	0,26	1,6

Кут атаки на нашому устаткуванні 900 використовуємо  
алюмінієві сплави, тому  $KH=0,82$

Площа напилюваної поверхні рівна[14]:

$$F = 2\pi RL, (2)$$

$$R = 10 \text{ см};$$

$$L = 59,1 \text{ см};$$

$$F = 2 * 3,14 * 10 * 59,1 = 3711,48 \text{ см}^2,$$

$$g = 36 \text{ кг/год};$$

$\gamma$  —8,8, г/см<sup>3</sup>;

$h$  —0.3мм;  $t_{оп2}$ —8,36хв;  $t_{оп3}$  – 9,4 хв;  $t_{в2}$  – 0,35хв;  $Z$  – 5000 шт;

$$t_{шт} = 1,08 * \left( 7,2 * \frac{3711,48 * 0,3 * 8,8}{10^3 * 36 * 0,86} + 8,36 + 9,4 + 0,35 \right) + \frac{5}{5000},$$

$$t_{шт} = 26,8 \text{ хв.}$$

Так само потрібно врахувати час на дробеструйну обробку і час знаходження деталі в печі, а також переміщення за допомогою візка;

$$t_{дроб.про} = S * t = 0,371148 * 0,25 = 0,09 \text{ год. або } = 5,56 \text{ хв ,}$$

де  $S$  площа оброблюваної поверхні в м<sup>2</sup>;

$t_{дроб.о}$  - норматив часу для дробеструйної обробки поверхні труби.

$t_{обробка \text{ в печі}}$  = 30 хв

$t_{общ.в.п.и.у}$  = 6 хв.

$t_{общ.в.п.и.у}$  = загальний час на переміщення деталі по ділянці.

Процес напилення деталі складає 68 хв.

Зробити контроль напиленої поверхні лупою і мікрометром.

### 3.2.4 Вибір технологічного устаткування

Розраховані параметри режиму дозволяють сформулювати вимоги до устаткування для зварювання цього зварного виробу.

Основними критеріями для остаточного вибору раціональних типів устаткування повинні служити їх наступні принципи:

- 1 Технічна характеристика, яка найбільш відповідає усім вимогам прийнятої технології.
- 2 Найбільша експлуатаційна надійність і відносна простота обслуговування.
- 3 Найбільший ККД і найменше споживання електроенергії при експлуатації.
- 4 Найменші габаритні розміри устаткування.

5 Найменша маса.

6 Найменша сума первинних витрат на придбання і монтаж устаткування.

7 Мінімальний термін окупності. Виходячи з міркувань технологічного, економічного і експлуатаційного характеру було вибрано наступне зварювальне устаткування [9].

Облаштування PowerSource 4 - Цей пристрій має багато переваг і корисні функції, які є досить новими[16].

- Струм, який подається на привід пістолета, може плавно змінюватися за допомогою потенціометра. Струм напilenня в системі визначається продуктивністю по обробці матеріалу і може змінюватися безперервно в плоть до номінального значення - воно рівне 350А і досягається при коефіцієнті широко-імпульсної модуляції.

- Трифазний трансформатор і дросель зі змінною індуктивністю дозволяє забезпечити оптимальні характеристики дуги і підтримують стабільність режим роботи для дорогого матеріалу, який наноситься як покриття.

- Трифазний імпульсний регулятор забезпечить точне підстроювання напруги і надійний контроль при найважчих робочих умовах. Ця функція дозволяє вибрати напругу для напilenня будь-яких матеріалів або комбінацій матеріалів, забезпечує високе покриття і гарантує високу надійність.

- Можливістю безперервного підстроювання потоку повітря, що поступає на сопло пістолета напылення, дозволяє управляти текстурою і структурою покриття.

- Спеціально спроектована система подання дроту забезпечує оптимальне подання матеріалу до пістолета напilenня і зменшує забруднення дроти пилом.

- В якості захисту для устаткування і оператора використовується

вимикачі, що зупиняють подання електрики, тепла стислого повітря.

- Для трансформатора і діодів використовується примусове повітряне охолодження за допомогою вентиляторів.

- Встановлені дисплеї дозволяють швидко отримати інформацію про роботу устаткування.

- У джерелі живлення встановлений датчик струму, який дозволяє виявити, коли струм перевищує задану межу, закладену при конструюванні (тобто 350А). В цьому випадку система вимикається і спалахує світлодіод, що сигналізує про перевищення.

- Пристрої обладнано двома фіксованими колесами і двома поворотними колесами з гальмами, що забезпечують зручність звернення і підвищують мобільність пристрою.

- Усі елементи, які використовуються для з'єднання джерело живлення з пістолетом наплення (такі як силові кабелі, шланги для подання повітря, кабелі, що управляють) використовують швидкознімні з'єднання і розташовані на невеликій висоті, що полегшує технічне обслуговування системи[4].

Таблиця 11 - Вихідні характеристики PowerSource 4.[16]

Характеристика	Значення
Струм для пристрою Powersource 4:	0-350А (при 100% модуляції)
Напруга:	0-50У, постійне (номінальне)
Распыляемый воздух:	1,25 м3/хв при тиску 5,5 бар, (45 куб.фут при 80 фунт/кв.дюйм)

Наступне використовуване устаткування, Установка EuTronic Arc Spray 4 - надійна і зручна при використанні. Ствол дуги і система приводу сполучені з 350-ти амперним джерелом струму.

Джерело струму відрізняється хорошою герметичністю приладів управління, що забезпечує високу надійність роботи, навіть в найтяжчих умовах оточення середовища. Механізм подання дроту

зручно змонтований на джерелі струму, залишаючи його вільним для повороту і переміщення оператором під час наплення. Додаткові опції включають монтаж пристрою на візку.

У розпорошувальному пістолеті відсутній мотор. Замість нього розпорошувальний пістолет Gun 4 використовує запатентовану систему «синхронного приводу», в якій окремий мотор з гнучким приводним пристроєм забезпечує надійну поступальну ходу в режимі push pull з дистанції до 20 м. Це дозволило отримати велику робочу зону, легкість і гнучкість пістолета, що розпиляв, і живлячих кабелів. Умови роботи для оператора є комфортабельнішими і продуктивнішими[3].

- Герметичне 350А джерело струму

- Стандартний дрiт 1,6 мм. Можливість використати дрiт від 1,6мм до 2,5мм (опція)

- Для зниження ваги кабелі мають повітряне охолодження

- Виняткова маневреність пістолета

- Стандартний пакет кабелів завдовжки 5м

- Ізоляційні трубки з посиленого сталевим дротом ПТФЭ

(тефлону)

- Легко монтвана установка, що знижує вартість простоїв;

- Різні варіанти подання дроту : з бухти, з котушки або з барабана;

- М'який старт для плавного пуску подання.

Технічні характеристики EuTronic Arc Spray 4 приведені в таблиці 12.

Таблиця 12 - Технічні характеристики EuTronic Arc Spray 4[16]

Розміри(максимальні)	
1	2
Довжина:	45,7 см (18")
Ширина:	10,2 см (4")
Глибина:	29,9см (9")

Параметри розпилювача	
Максимальний струм:	350А
Вага	
Вага з урахуванням кабелів, шлангів	4,5 кг
Функціонування	
Стисле повітря	1,25 м3/хв при тиску 5,5 бар/кв.дюйм)
Живлення	18-45 У постійного струму, від 0-350А
Вихідна потужність електродвигуна	0,4 кВт (максимум)

За допомогою цього устаткування здійснюється напилення на шток гідроциліндра першого ступеня.

### 3.2.5 Контроль технологічних операцій

Для запобігання перегріванню деталі, її треба обдувати стислим повітрям з боку поверхні, зворотній поверхні напилення або робити технологічні перерви (не більше 10 хвилин) на охолодження деталі.

При перегріванні напилюваний матеріал міняє колір і що сигналізує про вигорання напилюваного матеріалу, після напилення таку деталь відправляють на різальний верстат для зняття напиленого шару.

Після металізації і охолодження, напиленої деталі, до температури навколишнього повітря її слід зняти з пристосування і видалити ізолююче оснащення.

Зробити контроль зовнішнім оглядом із застосуванням лупи 4-7 кратного збільшення. Покриття має бути рівномірним по товщині, суцільним, без часток нерозплавленого матеріалу, без тріщин, відшаровувань (здуття), сколовши. Також перевіряти розміри по усій деталі штангельциркулем.

Передати деталі в цех, для подальшої верстатної обробки і шліфовки поверхонь до заданих геометричних розмірів згідно з кресленням.

Здійснити попередню верстатну обробку отриманих покриттів при цьому на поверхні допускаються наступні дефекти:

- дрібна пористість діаметром не більше 0.1 мм на усій поверхні;
- окремі пори діаметром від 0,1 мм до 1,0 мм включно;
- ланцюжок пір діаметром від 0,1 до 1.0 мм довгої не більше 10 мм;
- скупчення пір діаметром від 0,1 мм до 1,0 мм, при цьому площа кожного скупчення не повинна перевищувати 3 см<sup>2</sup>, а загальна площа скупчення і ланцюжків пір на деталі не повинна перевищувати 5% металізованої площі.

Скупченням слід вважати поруч розташовані пори, відстань між якими менше 3,0 мм. Відстань між двома порами повинна перевищувати розмір діаметру найменших з них. Відстань між скупченнями пір має бути більше 20 мм, а між ланцюжками пір - більше 3,0 мм.

Оцінку сплошности зчеплення нанесеного покриття з матеріалом основним необхідно робити на кожній деталі з напиленим покриттям методом обстукування сталевим стержнем.

Обстукування покриття здійснюється легкими ударами по поверхні покриття сталевим стержнем діаметром 10 мм і завдовжки 120 мм. При обстукуванні сила удару стержня по покриттю повинна виключати появи на поверхні покриття забоїн і вм'ятин.

Оцінка сплошности зчеплення покриття здійснюється на слух і легким дотиком пальців руки до поверхні покриття під час завдання ударів стержнем по покриттю на відстані 10-20 мм від місця контакту пальців з покриттям.

Рівний дзвінкий металевий звук від удару сталевого стержня по покриттю і відсутність відчуття вібрацій покриття соприкасаемым з



ним пальцем руки, свідчить об сплошности зчеплення покриття з матеріалом деталі.

Глухий звук, що деренчить, від удару сталевого стрижня по покриттю і відчуття вібрації покриття свідчить про наявність відшаровування покриття від матеріалу деталі.

Покриття, що має дефекти вище за допустимі норми і несплошність зчеплення, віддаляється з деталі механічною обробкою. Після видалення дефектного покриття поверхню деталі допускається знову піддати повторному напиленню.

Зробити контроль зовнішнім оглядом напилених поверхонь із застосуванням лупи 4-7 кратного збільшення. Покриття має бути рівномірним по товщині, суцільним, без часток нерозплавленого матеріалу без тріщин, відшаровувань (здуття), сколовши.

### 3.2.6 Розробка технічної документації

Головна і основна вимога до технології будь-яких сукупностей операції, що виконуються робочому місці, полягає в раціональній послідовності операцій з використанням необхідних пристосувань і устаткування. При цьому мають бути дотримані відповідні вимоги по кресленню, шорсткості, максимальне полегшення умов праці, забезпечення безпеки робіт. Виконання цих вимог досягається застосуванням відповідних раціональних складальних пристосувань, под'ємно-транспортних пристроїв, механізації складальних процесів [17].

Розробка технологічних процесів включає:

- 1 - розчленування виробу на складальні одиниці;
- 2 - встановлення раціональної послідовності слюсарних, контрольних і транспортних операцій;
- 3 - вибір типів устаткування і способу напилення.

В результаті мають бути досягнуті:

- можлива найменша трудомісткість;
- мінімальна тривалість виробничого циклу;
- мінімальне загальне необхідне число робітників;
- найкраще використання виробничого транспорту

допоміжного устаткування;

- можлива найменша витрата виробничої енергії.

Для зручного розташування усіх записів і розрахункових даних технологічний процес виконують на особливих бланках, що називаються відомостями технологічного процесу, технологічними картами. Ці бланки після їх заповнення складають документацію розробки технологічного процесу, які повинні містити :

- найменування і умовне позначення виробу;
- назву і умовне позначення (номер) складальної одиниці;
- число цих складальних одиниць у виробі;
- перелік цих складальних одиниць у виробі;
- назва цеху;
- вказівка, звідки повинні поступити деталі і куди має бути

відправлена готова одиниця;

- послідовний перелік усіх операцій;
- відомості по кожному переходу (пристосування, устаткування напilenня, робітник і мерительный інструмент);
- дані про прийняті способи і режими зварювання
- відомості про число робітників, їх спеціальності і кваліфікації;
- норми трудомісткості, витрати матеріалів [18].

### 3.3 Просторове розташування виробничого процесу

#### 3.3.1 Склад складально-зварювального цеху

Для раціонального розміщення в просторі запроектованого

виробничого процесу і усіх основних елементів виробництва, необхідних для здійснення цього процесу, потрібно розробку плану проекрованої ділянки[19].

Незалежно від приналежності до якого-небудь різновиду виробництва, ділянка напилення може включати наступні відділення і приміщення :

- виробничі відділення: заготівельне відділення включає ділянки: правки і позначки металу, газополум'яної обробки, верстатної обробки, штампувальний, слюсарно-механічний, очищення металу.

- допоміжні відділення: склад металу на ділянці, проміжний склад деталей і напівфабрикатів з ділянкою їх сортування і комплектації, міжопераційні складочные ділянки і місця, склад готової продукції цеху з контрольними і пакувальними підрозділами і навантажувальним майданчиком; комори електродів, флюсів, балонів з пальними і захисними газами, інструменту, пристосувань, запасних частин і допоміжних матеріалів,

ремонтна, відділення електромашинне, ацетиленове, компресорне, цехові трансформаторні підстанції; адміністративно - конторські приміщення: [19].

Проектована у складі заводу ділянка газотермічного напилення завжди являється, з одного боку, споживачем продукції заготівельних і оброблювальних цехів і складів заводу, а з іншого боку - постачальником своєї продукції для цехів остаточної обробки виробів і для загальнозаводського складу готової продукції. Таким чином, межу проекрованою ділянкою для напилення і іншими цехами, спорудами і облаштуваннями заводу існує певний виробничий зв'язок, необхідний для полегшення нормального виконання процесу виготовлення заданої продукції по заводу в цілому.

### 3.3.2 Розрахунок основних елементів виробництва

Необхідна кількість устаткування визначається по формулі

$$C_p = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_d \cdot K_{\text{вн}}}$$

де N - річна виробнича програма, шт.

де N - річна виробнича програма, шт. N = 5000 шт.;

T<sub>шт</sub>- трудомісткість певної операції, хв.;

F<sub>д</sub> - дійсний річний фонд часу роботи устаткування, год, F<sub>д</sub>=3760год;

K<sub>вн</sub> - коефіцієнт виконання норм, K<sub>вн</sub>=1,0.

Визначаємо необхідну кількість допоміжних пристосувань, устаткування і робітників і дані розрахунку зводимо в таблиці 13 і 14. Визначення кількості устаткування здійснюємо шляхом округлення розрахункової кількості устаткування C<sub>p</sub> до цілого числа у велику сторону.

Коефіцієнт завантаження устаткування визначуваний по формулі [19]:

$$K_{\text{зо}} = C_p / C_{\text{п}} \cdot 100, (4)$$

де C<sub>p</sub> - розрахункова кількість устаткування, шт.;

C<sub>п</sub> - прийнята кількість устаткування, шт.

Отриману розрахункову кількість устаткування приводимо в таблиці 13.

Таблиця 13 – Розрахункова кількість устаткування

Устаткування	T <sub>шт</sub> ,хв	Кількість C <sub>p</sub> , шт	Кількість C <sub>п</sub> , шт	K <sub>зо</sub> %
Стіл для знежирення	6,4	0,14	1	14
Піч для гартування деталей «Напруження»	30	0,66	1	66
УСТАНОВКА CONTRACOR DBS - 100	5,56	0,12	1	12
EuTronic ARC Spray 4			1	

Обертач на базі токарного верстата	8,69	0,19	1	19
---------------------------------------	------	------	---	----

Таблиця 14 - Кількість устаткування для напилення, необхідного для виготовлення виробу і коефіцієнт його завантаження для пропонованого технологічного процесу

Технологічний процес	Тоб, хв	Ср, шт	Сп, шт	Кзо
Пропонований процес	62,08	1,11	5	22,2

Для пропонованого технологічного процесу приймаємо кількість зварювального устаткування відповідно до кількості робочих місць, де воно застосовується,  $C_{\text{п}} = 5$  шт

Визначимо необхідну кількість основних робітників. Основними вважаються ті робітники, які зайняті виконанням операцій технологічного процесу по виготовленню продукції. Кількість основних робітників - облікове і явочне визначається по формулі [17].

$$P_{\text{сп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ш}}}{60 \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{ВН}}}, (5)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{N \cdot T_{\text{ш}}}{60 \cdot F_{\text{н}} \cdot K_{\text{ВН}}}, (6)$$

де  $N$  - річна програма випуску виробу, шт.

$N = 5000$  шт;

$T_{\text{ш}}$  - трудомісткість технологічного процесу, хв.;

$F_{\text{д}}$  - дійсний фонд робочого часу, год;

$F_d = 1749 \text{ год.};$

$F_n$  - номінальний фонд робочого часу, год;  $F_n = 1987 \text{ год.};$

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм,  $K_{вн} = 1$ .

Чисельність основних робітників розраховується для двозмінного режиму роботи. Потім отримане число робітників розподіляють по змінах і по операціях технологічного процесу залежно від завантаження устаткування на цих операціях. Розрахункова величина чисельності основних робітників виходить дробовою, тому її округлюють до цілого числа у велику сторону і називають прийнятою  $R_p$ .

Чисельність допоміжних робітників розраховується у відсотках від основних робітників по формулі [17]:

$$R_{всп} = R_{сп} * \frac{П}{100}, \quad (7)$$

де  $R_{сп}$  - прийняте облікове число основних

робітників, чел.;  $П$  - відсоток допоміжних робітників,  $П = 25\%$ .

Чисельність інженерно - технічних працівників, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу визначаємо по формулі [18]

$$R_{итр} = (R_{сп} + R_{всп}) * П / 100, \quad (8)$$

де  $П$  для ІТР - 8%, службовців - 3%, МОН - 2%.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 15.

Таблиця 15 - Кількість робітників на ділянці

Пропонований варіант технологічного процесу	Розрахункове	Прийняте
Трудовісткість Тш, хв	62,08	
Облікове число основних робітників $R_{сп}$ і $R_p$ чол.	2,9	3
Явочне число основних робітників $R_{яв}$ і $R_p$ чол.	2,6	3

Число допоміжних робітників Ряз і Рп чол.	0,725	1
Розрахункова/прийнята чисельність ИТР, чол.	0,29	1
Чисельність МОН, чол.	0,0725	0
Чисельність контролерів, чол	0,1	1

#### 4 Економічна частина

Актуальність цієї роботи полягає в поліпшенні якості покриття штоків при зниженні витрат на виробництво.

Покриття штока гідроциліндра виконується за допомогою апарату для електродугового напилення.

Метою цього розділу ВКР є економічний розрахунок витрат на купівлю устаткування, матеріалів, зарплату робітників і розрахунок ефективності проекту .

##### 4.1 Капітальні вкладення в устаткування і пристосування

Для цього технологічного процесу напилення нам потрібно буде закупити устаткування, оскільки в майстерні відсутнє устаткування електродугового напилення, ціни на закупівлю потрібного устаткування приведені в таблиці 16.

Капітальні вкладення в устаткування визначаємо по формулі [18]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n C_{O_i} * O_i, (9)$$

де  $C_{O_i}$  - гуртова ціна одиниці устаткування  $i$  -го типорозміру з урахуванням транспортно-заготівельних витрат, грн.;

$O_i$  - кількість устаткування  $i$  - го типорозміру, од.;

Визначимо витрати на транспортування і наладку використовуючи коефіцієнт 10% від вартості устаткування  $K_{зтн}$



Таблиця 16 - Гуртові ціни на зварювальне устаткування [20-22, 16]

Найменування устаткування	К-ть устаткування, шт	Ціна на одиницю устаткування, грн	Витрати на транспортування і наладку, грн
Стіл для знежирення Артикул: М - 12фо	1	12340	1234
Піч для загартування деталей	1	100000	10 000
Установка CONTRACOR DBS - 100	1	93000	9300
EuTronic ARC Spray 4	1	2073157	207315,7
Обертач на базі токарного верстата	1	175000	17550
Разом капітальних витрат			2698896,7

#### 4.2 Визначення витрат на основні і оброблювальні матеріали

Для цього технологічного процесу нанесення покриття нам знадобляться дві електродні котушки дроту EuTronic Arc 532 Сплав Fe - Cr - Mn - C завтовшки 1,6 мм, також при обробці поверхні нам знадобиться ацетон і дріб для дробеструйної обробки ДЧК 1.2 по ГОСТ 11964-81, визначимо витрати на придбання основного і оброблювального матеріалу

Таблиця 17 - Ціна за основний і оброблювальний матеріал[23]

Основний і оброблювальний матеріал	Ціна за одиницю, Цз.е, грн
Дріт для напилення грн/кг	1319
Дріб ДЧК 1,2; грн/кг	44,84
Ацетон, грн/літр	90

Витрати на електродний дріт визначаємо по формулі [24]:

$$C_{п.с} = \sum_{d=1}^h G_d * k_{nd} * Ц_{п.с.} \text{ грн./вир.}, (10)$$

де  $k_{nd}$  - коефіцієнт, що враховує витрату дроту для напilenня[18],

$k_{п.с.}$  - 1,02

$G_d$  - маса напilenого металу електродного дроту, кг ( $G_d = 0.8$  кг);

$Ц_{п.с.} = 1319$  - вартість зварювальної проволочки БрОЦ4- 3 грн/кг

$$C_{п.с} = 1076$$

Для однієї деталі потрібно 2 кг дробу і 0,25 л ацетону.

Визначаємо загальні витрати по формулі:

$$\text{Собщ} = Цз.е.д * 2 + Цз.е.а / 4 + / (11)$$

$$\text{Собщ.про} = 1188.12 \text{ грн.}$$

### 4.3 Витрати на заробітну плату

Витрати на заробітну плату виробничих робітників розраховуємо по формулі:

$$C_{з.п.сд} = (ТС * \sum T_{ш}) * K_d * K_{пр} * K_{рай} [1 + (a)/100], (12)$$

де  $ТС$  - тарифна ставка для робітників 3 розряду  $ТС = 75$  грн. ;

$K_d$  - коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату,  $K_d = 1,15$ ;

$K_{пр}$  - коефіцієнт, що враховує відсоток премії,  $K_{пр} = 1,5$ ;

$K_{рай}$  - районний коефіцієнт;

$K_{рай} = 1,3$ ;  $a$  - страхові внески відповідно до пенсійного фонду, до фонду соціального страхування, до фонду обов'язкового медичного страхування (ОМС), до фонду страхування від нещасного випадку.

Витрати на заробітну плату основних виробничих робітників по цьому технологічному процесу:

$$C_{з.п.сд} = (375 \cdot 1,04) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (30/100) = 262,37 \text{ грн/вир.}$$

На ділянці працює 2 людини відповідно загальна зарплата буде рівна

524,7 грн/вир.

#### 4.4 Витрати на силову електроенергію

Витрату технологічної електроенергії знайдемо по формулі [15]:

$$W_{\text{те}} = \sum \frac{U_{\text{Ci}} * I_{\text{Ci}} * t_{\text{ci}}}{\eta_u} + P_x * \left( \frac{T_0}{K_u} - T_0 \right), (13)$$

де  $U_{\text{C}}$  і  $I_{\text{C}}$  - електричні параметри режиму напilenня;

$T_{\text{E}}$  - основний час напilenня;

$\eta_u$  - ККД устаткування, для даного технологічного процесу:  $\eta_u = 0,73$ ;

$P_x$  - потужність холостого ходу джерела,  $P_x = 0,4$  Вт;

$K_u$  - коефіцієнт, простій устаткування, що враховує,  $K_u = 0,5$ ;

Витрати на технологічну електроенергію визначимо по формулі [16]:

$$C_{\text{e}} = W_{\text{те}} C_{\text{е}}, (14)$$

де  $C_{\text{е}}$  - середня вартість електроенергії  $C_{\text{е}} = 2,58$  грн.

Витрати на електроенергію по пропонованому технологічному процесу:  $C_{\text{е}} = 1330,22$  грн.

#### 4.5 Витрати на амортизацію і ремонт устаткування

Витрати на амортизацію і ремонт устаткування при заданому обсязі виробництва визначаються по формулі:

$$C_a = \sum_{i=1}^n (C_{oi} * O_i * \mu_{oi} * a_i * r_i) / N, (14)$$

де  $a_i$  - норма амортизаційних відрахувань для

устаткування  $i$ -го типорозміру, %

$$C_a = \frac{(100000 * 5 * 66 * 1,17) + (93000 * 12 * 7 * 1,17) + (2073157 * 19 * 12 * 1,75)}{5000} = 188952 \text{ грн.}$$

#### 4.6 Визначення витрат на утримання приміщення

Визначення витрат на зміст будівлі визначається по формулі

$$C_{\Pi} = \frac{S * \mu_{oi} * \Pi_{ср.зд}}{N_{\Gamma}} \quad (15)$$

де S - площа зварювальної ділянки, м<sup>2</sup> ; S = 122 м<sup>2</sup> - для пропонованого варіанту;

Цср.зд- середньорічні витрати на утримання 1 м<sup>2</sup> робочої площі, грн./рік.м, Рср.зд = 250 грн./рік .

Витрати на утримання будівлі по базовому технологічному процесу

$$C_{\Pi} = \frac{122 \cdot 1 \cdot 250}{5000} = 6,1 \frac{\text{грн}}{\text{виріб}}.$$

Ділянка не піддається зміні тому розрахунок на проектування ділянки не потрібний.

#### 4.7 Розрахунок собівартості відновленої деталі

Визначимо кількість приведених витрат по :

$$C_{\Pi} = C + \beta K, \quad (16)$$

де C- собівартість одиниці продукції, грн./од.;

$\beta$ - норма ефективності додаткових капітальних витрат,

$\beta$ - 0,15 (грн./од)/грн. [24];

$K_u$  - питомі капітальні вкладення, грн./ од.год.

Собівартість продукції за рік визначається по формулі:

$$C_{\Gamma} = N_{\Gamma} (C_{\text{общ.об.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\Pi}) \quad (17)$$

де  $C_{\text{общ.о}}$  - витрати на основний матеріал і допоміжний, грн;

$C_{\text{зп.сд}}$  -затрати на заробітну плату основних робітників, грн;

$C_{\text{э.з}}$  - витрати на силову електроенергію, грн;

$C_{\Pi}$  - витрати на зміст приміщення, грн.

$$C_{\Gamma} = 2698896,7 \text{ грн}$$

$$C = 5000 \cdot (1188,12 + 527 + 1330,22 + 6,1) = 15242200 \text{ грн/ рік}$$

## Висновок

У цьому розділі була визначена заробітна плата робітників, розраховані капітальні вкладення, витрати на амортизацію і зміст приміщення.

За підсумками розрахунку річна собівартість продукції дорівнює 15242200 грн.

Витрати на купівлю устаткування для введення цього процесу складає 2698896,7 грн

## 2 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 2.1 Опис робочого місця

У цій роботі розглянуті питання, пов'язані з організацією робочого місця на ділянці для напилення електродугового, відповідно до норм виробничої санітарії і техніки виробничої безпеки.

Головна мета цього розділу - створити оптимальні норми для улучшених умов праці, забезпечити виробничій безпеці людини, підвищити продуктивність робітника, зберегти працездатності в процесі діяльності.

При виготовленні основи на ділянці використовується наступне устаткування:

- Електродуговий металізатор EuTronic Arc Spray 4;
- Устаткування для дробеструйної обробки;
- Піч для підігрівання деталей;
- Обертач на базі токарного верстата.

### 2.2 Техногенна безпека

Технологічний процес відновлення деталі типу «Шток» характеризується наявністю шкідливих виробничих чинників.

На ділянці, де знаходиться устаткування, можуть бути наступні шкідливі чинники [24]:

- Поразка електричним струмом;
- Виділення аерозолів;
- Частини верстатів, що обертаються;
- Слабке і ненадійне кріплення інструменту.

Всі вище описані небезпечні і шкідливі чинники представляють істотну небезпеку для робочого персоналу ділянки, а отже виникає потреба в проведенні заходів що знижують або видаляють вплив цих чинників на здоров'я виробничого персоналу.

### 5.3 Законодавчі і нормативні документи

Створення максимально безпечних умов праці для усіх співробітників здійснюється з допомогою формалізація усіх виробничих процесів і їх детальному описі в регламентах, різноманітних правилах і інструкціях по охороні праці

Потрібне проведення інструктажів з періодичним ретельним контролем за дотриманням вимог охорони праці - ця гарантія значного зменшення вірогідності виникнення аварійних ситуацій, захворювань, пов'язаних з профдіяльністю людини, травмами на виробництві. Саме інструкції вважаються основним нормативним актом, визначальним і таким, що описує вимоги безпеки при виконанні посадових обов'язків службовцями і робітниками.

Такі документи розробляються на базі:

- положень «Стандартів безпеки праці»;
- законів про працю ;
- технологічній документації;
- норм і правил галузевої виробничої санітарії і безпеки праці;
- типових інструкцій по ВІД;
- пунктів ЕСТД («Єдина система техдокументації»);
- рекомендацій по експлуатації і паспортів різних видів агрегатів і устаткування, використовуваного в організації (при цьому слід брати до уваги статистичні дані по виробничому травматизму і конкретні умови роботи на підприємстві).

Основи законодавства України про охорону праці забезпечують єдиний порядок регулювання стосунків в області охорони праці між працедавцями і працівниками на підприємствах, в установах і організаціях усіх форм власності незалежно від сфери господарської діяльності і відомчої підлеглості.

### 5.4 Аналіз виявлених небезпечних чинників

### 5.4.1 Поразка електричним струмом

Головними причинами дії струму на людину є: випадкове зіткнення або наближення до токоведущим частин; також головними причинами може бути ушкодження ізоляції в наслідку цього поява напруги на металевих частинах устаткування.

Встановлює гранично допустимі рівні (ПДУ) напруги і струмів [25].

Згідно ПУЕ виробниче приміщення ділянки належить до категорії приміщень з підвищеної небезпеки, оскільки в нашому приміщенні є присутніми такі чинники, як струмопровідна підлога, оскільки він залізобетонний, і струмопровідний пил.

Проблему струмопровідних підлог можливо розв'язати за допомогою устаткування робочих місць дерев'яними плитами (гратами). А струмопровідну пил усувати за допомогою системи облаштувань місцевої витяжної вентиляції. Заходи по захисту від поразки електричним струмом [25]:

Забезпечення недоступності токоведущих частин, що знаходяться під напругою шляхом надійної ізоляції, вивішування плакатів і знаків і інших застережливих позначень.;

Електричне розділення мережі;

Використати подвійну ізоляцію щоб усунути небезпеку поразки електрично струмом, при вивлєненнї напруга на корпусах і інших частинах використати малу напругу, здійснити для устаткування захисне заземлення і занулення

- Застосування спеціальних електрозахисних засобів;
- Безпечна експлуатація електроустановок.

У нашому випадку виробництво «Штока» здійснюється обертачем на базі токарного верстата із застосуванням металізатора. І відповідно усі вищеперелічені вимоги міри захисту від поразок електричним струмом повинні застосовуються на кожному робочому місці.

### 5.4.2 Частини верстатів, що обертаються



При роботі з обертачем на базі токарного верстата, у використовуваному технологічному процесі, можливі такі ситуації як - захоплення волосся або елементів робочого одягу частиною обертача, що обертається. У наслідку цього може виникнути важка травма або навіть можливий смертельний результат. Необхідно проводити наступні заходи по усуненню травматизму, викликаного обертачем :

Для того, щоб запобігти захопленню волосся частинами верстатів, що обертаються, необхідно видавати робітникам спеціальні берети [26].

#### 5.4.3 Слабке і ненадійне кріплення інструменту

Слабке і ненадійне кріплення деталі на верстаті може стати причиною травм рук (забить і переломів) робітника за верстатом.

Заходи по усуненню травматизму, викликаного слабким і ненадійним кріпленням деталі :

Проведення періодичного інструктажу, спрямованого на дотримання техніки безпеки на робочих місцях [27], використання захисних екранів.

### 5.5 Аналіз шкідливих чинників при відновленні штока

Виробнича санітарія - це система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають або зменшують дію на робітників шкідливих виробничих чинників.

Усі шкідливі небезпечні чинники, що впливають на умови експлуатації устаткування, можна класифікувати таким чином:

а) санітарно-гігієнічно: нераціональне освітлення, вміст шкідливих і отруйних речовин в повітрі;

б) організаційно - технічні: неправильна організація праці і робочого місця (загромадженість приміщення, присутність непотрібних і відсутність необхідних для роботи приладів і пристосувань), недостатнє навчання працівників правилам техніки безпеки. Вивчення причин виробничого травматизму дає можливість розробити

заходи по їх запобіганню. Важливою організаційною мірою являється встановлення науково обґрунтованих норм по гігієні праці. ГОСТ 120005-74 встановлює оптимальні і допустимі метеоумови залежно від пори року, категорії робіт, класифікації приміщення.

## 5.6 Виробниче освітлення

При роботі на верстатах недостатня освітленість робочого місця і виробничого приміщення в цілому призводить до послаблення зору і загальної стомлюваності робітника.

Заходи по усуненню недостатньої освітленості : Освітленість робочого місця має бути згідно [28] в межах 150 - 300 лк. Забезпечити цю вимогу природним освітленням практично неможливо, тому повинне застосовуватися комбіноване освітлення.

Контроль природного і штучного освітлення у виробничих приміщеннях слід проводити один раз на рік.

## 5.7 Штучне освітлення

Недостатня освітленість робочої зони і виробничих приміщень. Система освітлення в цеху повинна включати загальне і місцеве освітлення. У нашому випадку, освітленість цеху, комбінована, - поєднання загального освітлення з місцевим джерелом світла на робочому місці. При облаштуванні освітлення слід пам'ятати, що воно нормується і за показниками яскравості робочої поверхні. Поверхні, що відбивають світло не повинні виконувати сліпучої дії на людину. Найсприятливіше для людини природне освітлення.

Фізіологами встановлено, що при природному освітленні продуктивність праці робітників на 10% вище чим при штучному. Правильно спроектоване і виконане освітлення забезпечує високий рівень працездатності, чинить позитивну психологічну дію на людину і сприяє підвищенню продуктивності праці.

## 5.8 Підвищений рівень шуму

Шум несприятливо впливає на організм людини, викликає психічні і фізіологічні порушення, зниження слуху, працездатності, створюють передумови для загальних і професійних захворювань і виробничого травматизму, а також відбувається послаблення пам'яті, уваги, порушення артеріального тиску і ритму серця.

Виробниче устаткування і інструменти, що створюють в процесі експлуатації шум, необхідно конструювати відповідно до вимог цього стандарту і забезпечувати паспортом з вказівкою спектру випромінюваних звуковій потужності.

Заходи по усуненню підвищеного рівня шуму [18]:

правильна організація праці і відпочинку;

ліквідація шуму в джерелі його виникнення шляхом своєчасного усунення несправності технологічного устаткування; застосування звукопоглинальних матеріалів в конструкціях шумлячих механізмів і устаткування;

облицювання приміщень (стелі і стін в невеликих приміщеннях) звукоізолюючими і звукопоглинальними матеріалами;

застосування індивідуальних засобів захисту органів слуху - навушників, вкладишів, шоломів[19].

Основні джерела шуму технологічне устаткування в основних виробничих ділянки, металізатор, дробеструйна установка, обертач.

Максимальна шумова характеристика верстатів від 87 ... 92 Дб.

## 5.9 Некомфортні умови

На робочій ділянці, проведення робіт можливі відхилення від норм температури і вологості в силу різних причин, що викликає дискомфорт працівників при виконанні робочого процесу

Параметри мікроклімату у виробничому приміщенні по

встановлюються в наступних межах:

Температура повітря +19-25° С, Відносна вологість - не більше 70%,  
Рух повітря - не більше 0,2 м/с.

У доступних місцях цеху бути аптечки, укомплектовані необхідними медичними засобами для надання першої допомоги потерпілому.

Також на ділянку має бути обладнаний системою пожежного сповіщення і встановлені місця із засобом гасіння пожеж Крім того, для створення комфорту, робоче місце має бути оснащено гнучким кріслом

#### 5.10 Регіональна безпека

Оскільки при виробничому процесі виникають шкідливі викиди в атмосферу, виникає проблема охорони довкілля

До шкідливих пар, що виділяються в атмосферне повітря відносяться : пари розпорошених металів, кераміки і пластмас.

Нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих і шкідливих речовин спеціально розроблені і затверджені. Головним джерелом забруднення повітря на ділянці є наплення електродуги.

Шкідливі речовини віддаляються:

- місцевими відсмоктуваннями
- даховими вентиляторами.

Після виконання технологічного процесу на ділянці залишаються відходи.

Усі відходи на ділянці класифікуються як утилізовані відходи (відпрацьована олія, відходи люмінесцентних ламп).

Не утилізованих відходів на ділянці майже немає, за винятком відходів оброблювальних розчинів

Робота по збору, зберіганню і вивезенню відходів проводиться по технологічній інструкції «Облік, збір, зберігання і транспортування промислових відходів I - IV класів токсичності

Питання забезпечення пожежної безпеки виробничих будівель і споруд

мають велике значення і регламентуються державними постановами і указами.

Забезпечення пожежної безпеки на підприємстві одне з головних питань тих, що мають важливе значення і встановлюються державними і відновними вказівками

Пожежею є неконтрольоване горіння, що завдає матеріального збитку. Згідно ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ поняття пожежна безпека означає стан об'єкту, при якому зі встановленою вірогідністю унеможлиблюється виникнення і розвитку пожежі і дії на людей небезпечних чинників пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Виникнення пожежі при роботі з електронною апаратурою може бути з причин як електричного, так і неелектричного характеру.

Причини виникнення пожежі неелектричного характеру [17]:

а) Халатність і невміле поводження з вогнем(паління, залишені без нагляду нагрівальні прилади, використання відкритого вогню);

б) самозаймання і самозаймання речовин.

Пожежі можуть виникнути із -за короткого замикання, перевантаження струму мережі, іскріння, електричної дуги, статичної електрики и.т.п.

Для усунення причин виникнення пожеж в приміщенні цеху повинні проводитися наступні заходи:

а) проходження співробітниками протипожежного інструктажу;

б) вкласти знання в співробітників про місце знаходження засобів пожежогасінні;

в) необхідно забезпечити правильний тепловий і електричний режим роботи устаткування;

г) пожежний інвентар і первинні засоби пожежогасінні повинні міститися в справному стані і знаходитися на видному і легко доступному місці.

## Висновок

У даній випускній кваліфікаційній роботі в цілях інтенсифікації виробництва, підвищення якості продукції, що виготовляється, був складений технологічний процес спроектована ділянка для напилення штоків і зроблений розрахунок собівартості продукції, що виготовлялася.

В ході виконаної роботи були проаналізовані способи газотермічного напилення і вибраний спосіб нанесення електродугового покриття для штоків гідроциліндрів.

В результаті перерахованих нововведень скоротився час відновлення однієї деталі до 1 год. 8 хв.

У цій роботі приведено обґрунтування вибору цієї технології, напилюваних матеріалів і кількість робітників.

Собівартість річного випуску продукції складає 15242200 грн.

Розроблено заходи щодо безпеки життєдіяльності, охорони праці та вдосконалення організації праці.

Річна виробнича програма складає 5000 виробів. Площа спроектованої ділянки – 122 м;

Середній коефіцієнт завантаження обладнання – 0,22 %;

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хасуи А. Моригаки О. Наплавка и напыление / Перевод с японского: Попов В.Н, редакторы: Степин В.С., Шестёркин Н.Г.-М.: Машиностроение 1985 -240с
2. Техническая библиотека // Технологии // Газопламенное напыление [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://weldzone.info/technology/gas-sputtering/522-gazoplamennoe-napylenie> дата обращения на сайт 20.05.2018
3. Мир современных материалов [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://worldofmaterials.ru/spravochnik/tekhnologii/123-sverkhzvukovoe-napylenie> дата обращения на сайт 20.05.2018
4. Библиотека технической литературы [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://delta-grup.ru/bibliot/23/18.htm> дата обращения на сайт 20.05.2018
5. Техническая библиотека [Электронный ресурс]:информационный портал –Режим доступа к ст.: <https://neftegaz.ru> - дата обращения- 14.05.2018.
6. Энциклопедия по машиностроению XXL [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://mash-xxl.info/info/498577/> дата обращения- 14.05.2018.
7. Лащенко Г.И. Плазменное упрочнение и напыление./ Экотехнология. Киев. 2003- 64 страницы
8. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / 1987. -192 с.
9. ООО «Юргинский машзавод» [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://www.yumz.ru/> дата обращения- 19.05.2018
10. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: [http://metallcheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/30XGSA](http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/30XGSA) дата обращения - 19.05.2018
11. Cu-grim цветной металлопрокат [Электронный ресурс] - Режим

доступа к ст.: <http://cu-prum.ru/bronza/cplav-broc4-3.html> дата обращения - 19.05.2018

12. Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование / Учебник для вузов./ Под ред. докт. техн. наук проф. Митина Б.С. - М.: Металлургия, 1992. — 432 с

13. Т.А. Фролова. Экономика предприятия. / Конспект лекций. Таганрог: Изд-во ТТИ ФЮУ, 2012-202

14. В.С. Ивашко, А.В. Казацкий, К.В. Буйкус. Восстановительные технологии. Методические указания / Рецензенты: О.Г. Девойно, В.А. Лойко Беллоруский национальный исследовательский университет, Минск 2015 – 61

15. Пузряков А.Ф Технологические основы технологии напыления/ Пузряков А.Ф. -2 изд., перераб. и доп.–М.: Изд-во МГТУ им. Баумана Н.Э. 208 -360с

16. Castolin Eutectic [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://www.castolin.com/ru-RU/product/eutronic-arc-spray-4-complete-kit>

17. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ.-2000.-С.24с.

18. Крампит Н. Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н. Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. - 2002.- 26.

19. Крампит Н. Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - С. 40.

20. Юнона [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://unonamebel.ru/catalog/stoly-slesarnye/> дата обращения - 19.05.2018

21. ООО "Рик-Маркет" [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://рик-маркет.com/p30757915-drobestrujnaya-ustanovka-contracor.html> дата обращения - 19.05.2018

22. ЗАО Накал – промышленные печи [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://www.nakal.ru/news/pech-azotirovaniya-dlya-oao--umpo--/>



дата обращения - 19.05.2018

23. Альмет – цветной металлопрокат [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://almet.ru/bronza/bronzovaja-provoloka/bronzovaja-provoloka-broc43.html> дата обращения - 19.05.2018

24. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.

25. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.

26. Горбацевич А.Ф., Шкерд В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с

27. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Подред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова- 5-е изд. исправл. – М.: «Машиностроение», 1986

28. Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении / Учеб. пос. для вузов. - М.:Академия. - 2008. - С. 272.