

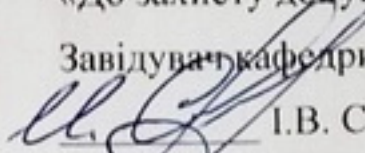
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Зварювальний факультет
Кафедра інженерії поверхні**

«На правах рукопису»
УДК 621.979

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри


І.В. Смирнов

« 4 » 12 2019 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 131 Прикладна механіка

**на тему: «Дослідження триботехнічних властивостей покриття
комбінованою обробкою»**

Виконав :

студент II курсу, групи ЗП-81мп
Захарчук Олександр Любомирович

Керівник:

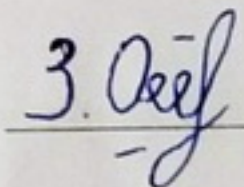
Доц. каф. Інженерії поверхні, к.т.н., доц.,
Попіль Ю.С.

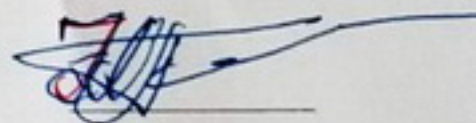
Консультант з охорони праці:

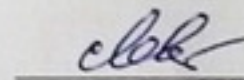
Зав. каф., д.т.н., проф.,
Левченко О.Г.

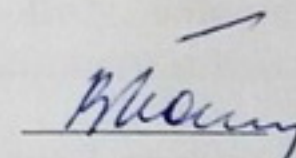
Рецензент:

Ст. викладач кафедри ЗВ
Байко В.П.



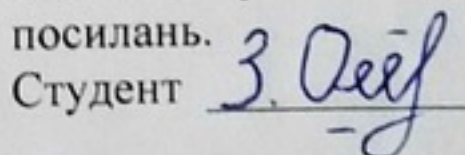






Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент



Київ – 2019 року

Реферат

На даний час в країні розвивається машинобудівна промисловість. Тож виготовлення штампів холодного штампування потрібне систематично, що в свою чергу вимагає великої кількості обладнання різного типу. Дана конструкція сприймає надлишковий тиск, тож ремонт штампів є відповідальною операцією, тому так важливий «свіжий» погляд на застарілі технології і їх проблеми. Завдяки новому, більш ефективному технологічному процесу, теоретично можна збільшити продуктивність, швидкість та економічність виготовлення.

Метою даної дисертації є переосмислення застарілих підходів до базових технологічних процесів ремонту штампів. Модернізувати та покращити технологію для досягнення більшої продуктивності, економічності та перспективності за допомогою нових, перспективних та сучасних технологій. На ряду к підвищення кількісно-якісних показників, стояло важливою задачею забезпечення та дотримання, покращених вимог охорони праці та розробки для неї стартап-проекту.

Для досягнення визначеної мети в роботі виконані наступні задачі:

- проведення конструктивно-технологічного аналізу виробу;
- розробка нового більш раціонального технологічного процесу;
- розробка нового спеціального оснащення;

Об'єкт дослідження – штамп холодного штампування.

Предмет дослідження – технологічний процес виготовлення та ремонту штампа.

Розробка нового технологічного процесу виробу на основі конструктивно-технологічного та аналізу базового технологічного процесу конструкції. Також розробка стартап-проекту та розділу охорони праці магістерської дисертації.

Розроблений спеціальний стенд для напилення і ЕІЛ, який дає змогу виконувати декілька технологічних операції на одному стенді. Що в свою чергу зменшує тривалість переходів вузлів між установками.

Застосування нового технологічного процесу на виробництві, дасть змогу значно збільшити продуктивність виготовлення, зробити процес виготовлення швидшим, таким чином збільшити виробничу програму, одночасно даючи економію витрат на виготовлення одної одиниці виробу.

Магістерська дисертація представлена: розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з реферату, 5-ти частин, висновків, переліку посилань, та додатків. Обсяг роботи: 110 арк. формату А4 та графічної частини- 8 аркушів формату А1

Ключові слова: плазмове напилення, електроіскрова обробка, штамп холодного штампування.

Abstract

Currently, the country is developing machine-building industry. Therefore, the production of cold stamping stamps is required systematically, which in turn requires a large amount of equipment of various types. This design assumes excess pressure, so stamp repair is a responsible operation, which is why a “fresh” look at outdated technologies and their problems is so important. Thanks to a new, more efficient technological process, it is theoretically possible to increase the productivity, speed and economy of production.

The purpose of this dissertation is to rethink outdated approaches to basic technological processes of stamp repair. Upgrade and improve technology to increase productivity, economy and prospects with new, up-to-date and advanced technologies. In addition to improving the quantitative and qualitative indicators, it was an important task to ensure and comply with, improved requirements for occupational safety and development for her startup project.

In order to achieve this goal, the following tasks were performed in the work:

- structural and technological analysis of the product;
- development of a new more rational technological process;
- development of new special equipment;

The object of study - cold stamping.

The subject of research is the technological process of manufacturing and repairing a stamp.

Development of a new technological process of the product on the basis of structural-technological and analysis of the basic technological process of design. Also development of startup project and section of labor protection of master's thesis.

A special stand for spraying and EIL has been developed, which allows to perform several technological operations on one stand. Which in turn reduces the duration of node transitions between installations.

The application of a new manufacturing process will significantly increase the manufacturing productivity, make the manufacturing process faster, thus increasing

the production program, while saving the cost of manufacturing one unit of the product.

Master's dissertation presents: explanatory note and graphic part. The explanatory note consists of an abstract, 5 parts, conclusions, a list of references, and appendices. Volume of work: 110 sheets. A4 size and graphic part - 8 A1 size sheets

Keywords: plasma spraying, electrospark treatment, cold stamping.

3MICT

Вступ.....	9
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ АНАЛІЗ	12
1.1 Особливості конструкції та технології	12
2Конструкторський розділ	21
2.1 Основні способи напилення штампів та підготовка їх до напилення	21
2.2 Вибір матеріалу покриття для напилення.....	29
2.3 Обґрунтування способу підвищення зносостійкості.....	30
3Технологічний розділ.....	41
3.1 Відновлення зношених штампів напиленням	41
3.2 Вибір режиму напилення.....	47
3.3 Контроль якості напиленого шару	47
3.4 Зміцнення штампів методом ЕІЛ.....	48
3.5 Технологія зміцнення.....	58
3.6 Контроль якості нанесеного шару покриття	58
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	59
5 Стартап-проект	81
Загальні висновки.....	97
Перелік посилань.....	Ошибка! Закладка не определена.
Додатки.....	101

ВСТУП

Особлива увага звертається на штампування, як на один із прогресивних і економічних методів обробки різних металів. Тим часом, штампування багатьох деталей упроваджується ще слабо, головним чином через малу стійкість штампів і щодо високої їхньої вартості.

Незалежно від призначення, основною вимогою до штампів є забезпечення високої їхньої стійкості і точності виготовлених деталей. У процесі експлуатації штампів робочі частини їх (пуансон і матриця) зношуються і з часом виходять з ладу. В міру зносу ці деталі піддаються переточуванням. Кількість переточувань і ремонтів штампа залежить від призначення і конструкції штампа, а також від якості обробки робочих поверхонь пуансона і матриці і від матеріалу, з якого вони виготовлені. Застосування напилення робочих поверхонь цих деталей різко підвищує їхню стійкість, знижує витрати на штампування, а отже, і собівартість продукції, що випускається.

Практика передових заводів показує, що при порівняно невеликих витратах можна дуже швидко відновити зношений штамп напиленням або збільшити термін його експлуатації, напиливши робочі поверхні спеціальними порошками.

Біметалічні штампи холодного штампування, виготовлені з застосуванням напилення, володіють кількома перевагами, обумовлених тим, що високі вимоги, пропоновані до матеріалів штампів, відносяться переважно до їх робочих частин, а матеріал корпусу штампа повинний володіти, в основному, лише достатніми міцністю і в'язкістю. Тому оптимальна є конструкція штампів, у яких корпус виготовлений з низьколегованої або вуглецевої сталі, а на робочу поверхню нанесений шар зносостійкого матеріалу. У цьому випадку підвищується стійкість штампів, з'являється можливість багаторазового відновлення зношених і штампів, що вийшли з ладу.

У магістерській дисертації розглядається розробка технології підвищення зносостійкості штампів холодного штампування. Завдяки цій технології можна

не тільки підвищити зносостійкість штампів, а також збільшити якість і кількість виготовленої продукції, тим самим одержати економічний ефект, що дозволить скоротити витрати засобів необхідних для виробництва.

Технологія базується на двох технологічних процесах: перший технологічний процес — плазмове напилення зношених штампів. Цей процес дозволить відновити робочі деталі (пуансон і матриці) до потрібної геометричної форми та розмірів, тим самим продовжити строк служби зношеного штампу. Другий технологічний процес являє собою — зміцнення поверхні робочої частини деталі методом електроіскрового легування. Завдяки цьому методу ми зміцнюємо оброблювальну поверхню до 70 HRC, він дозволяє нам зменшити можливість виникнення таких явищ, як: подряпини, задири, викришування, тріщини, нагартування і т. д.

Мета та задачі

Для визначення технології підвищення зносостійкості штампів холодного штампування, треба вирішити наступні задачі:

1. Провести конструкторно-технологічний аналіз штампів.
2. Провести дослідження процесу електроіскрового легування.
3. Розробити технологію підвищення зносостійкості штампів холодного штампування методом електроіскрового легування.
4. Провести дослідження процесів напилення
5. Провести дослідження процесів плазмового напилення зношених штампів.
6. Вибір матеріалів для зміцнення нових та відновлення зношених штампів холодного штампування.
7. Розробити технологію напилення і ЕІЛ.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ АНАЛІЗ

1.1 Особливості конструкції та технології

1.1.1 Штампові сталі

Для обробки металів тиском застосовують інструменти — штампи, пуансони, ролики, валики і т. д., що деформують метал. Сталі, які застосовують для виготовлення інструменту такого роду, називають штамповими сталями [2].

Штампові сталі поділяються на дві групи: деформуючі метал у холодному стані і деформуючі метал у гарячому стані. Умови роботи сталі при різних видах штампування сильно розрізняються між собою.

При штампуванні в гарячому стані метал, що штампується під дією половинок штампа, що зближаються, деформується і заповнює внутрішню порожнину штампа. У роботі внутрішня порожнина штампа (фігура), що деформує метал, стикається з нагрітим металом, тому штампова сталь для гарячого штампування повинна володіти не тільки визначеними механічними властивостями в холодному стані, але і досить високими механічними властивостями в нагрітому стані. Особливо бажано мати високу границю текучості (пружності), щоб при високих тисках штамп не деформувався. Для ковальських штампів велике значення має і в'язкість, щоб штамп не зруйнувався під час роботи при ударах по деформуючому металу. Стійкість проти зносу у всіх випадках дуже важлива, тому що вона забезпечує збереження розмірів (форми) — довговічність роботи штампа.

Для пресового інструмента, що працює без ударів, велике значення має зносостійкість у гарячому стані і відносно менше — в'язкість. Тому для молотових штампів і для пресового інструмента застосовують, сталі різних марок.

Для штампування в холодному стані сталь, з якої виготовляють штампи, звичайно повинні мати високу твердість, що забезпечує стійкість сталі проти

стирання, хоча і в'язкість, особливо для пуансонів, має також першорядне значення.

Сталь для «гарячих штампів» повинна мати як можна меншу чутливість до місцевого нагрівання. Ще в більш тяжких умовах роботи знаходиться сталь у штампах для лиття під тиском. Нагрівання робочої поверхні форми розплавленим металом і охолодження водою внутрішніх частин форми викликають значні Теплові напруги. Сталь, застосовувана для прес-форм, повинна бути також досить зносостійкою, мати високі механічні властивості в нагрітому стані і добре пручатися роз'їданню поверхні форми розплавленим металом.

Крім перерахованих властивостей, від сталі, з якої виготовляють штампи великих розмірів, потрібно підвищене гартування. Сталь, застосовувана для штампів і пуансонів складних конфігурацій, повинна мало деформуватися при загартуванні.

Через численні і різноманітні вимоги, пропонованих до штампів у залежності від їхнього призначення, застосовують сталі різних марок, починаючи від простих вуглеводневих і кінчаючи високолегованими.

Розглянемо окремо сталі для холодних штампів.

Широке застосування для холодних штампів і інших інструментів, що деформують метал у холодному чи відносно невисоко нагрітому стані (торовані плашки і ролики й ін.), одержали високо-хромисті сталі (12% Cr при 1—1,5% C), що володіють високою зносостійкістю, підвищеною теплостійкістю, низьким деформуванням при термічній обробці і деякими іншими особливими властивостями[27].

Склад 12%-вих хромистих інструментальних сталей приведений у таблиці 1.1.

Усі високо-хромисті штампові сталі містять у середньому 12% Cr (про сталь Х6ВФ із середнім змістом 6% Cr буде сказано нижче) і високий відсоток вуглецю. Це приводить до утворення великої кількості хромистих карбідів (Cr_7C_3). Так, у відпаленій сталі Х12Ф1 є присутнім 15—17% карбідної фази

M_7C_3 , а в сталі X12 цієї фази 25—30% (тому що в цій сталі майже в два рази більше вуглецю).

Найбільша кількість надлишкової карбідної фази (при всіх режимах термічної обробки) і робить сталь зносостійкою. Здатність цих карбідів частково переходити в розчин і в тим більшого ступеня, чим вище нагрівання під загартування, дозволяє, змінюючи температуру загартування, змінювати властивості сталі і її поведінку при термічній обробці.

По своїй природі сталі типу X12М схожі на швидкорізальні, тому що в них відбуваються ті ж перетворення, що й у швидкорізальних сталей.

Високо-хромисті сталі є сталями ледебуритного класу, тому що в литому виді первинні карбіди, що виділяються під час затвердіння сталі, утворюють евтектику — ледебурит. Однак при куванні евтектика розбивається, і у відпаленому стані структура шару кування повинна складатися із сорбіто-видного перліту з включеннями надлишкових карбідів.

Таблиця 1.1 - Склад сталей для штамів холодного штампування, (ДСТ 5950—73)[27]

Марка сталі	C	Cr	Mo	W	V
X12	2,0—2,3	11,5—13,0			—
X12BM	2,0—2,2	11,0-12,5	0,6—0,9	0,5—0,8	0,15-0,3
X12M	1,45-1,7	11—12,5	0,4—0,6	—	0,15—0,3
X12Ф1	1,2—1,45	11,0—12,5	—		0,7—0,9
X6ВФ	1,05-1,14	5,5-7,0	—	1,1-1,5	0,5-0,7
6X6В3МФС (55X6В3СМФ)	0,5—0,6	5,5-6,5	0,6—0,9	2,5—3,2	0,5—0,8
80X4В3М3Ф2	0,75—0,85	3,5—4,5	2,5—3,0	2,5—3,2	1,9—2,5
7ХГ2ВМ	0,68—0,76	1,5-1,8	0,5—0,8	0,5-0,9	0,1—0,25

Примітка. В усіх сталях: $<0,4\%S$; $<0,35\%Mn$; $<0,35\%Ni$; $<0,03\%P$ и S .

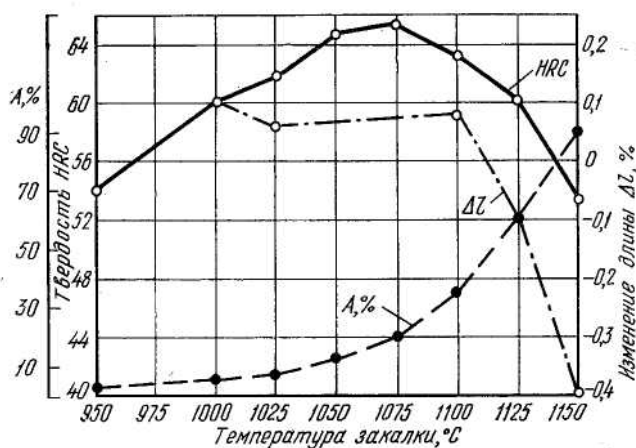


Рисунок 1.1 - Вплив температури загартування на твердість сталі X12Φ1, кількість залишкового аустеніту і зміна довжини (ΔL) [27]

На рисунку 1.1 дана діаграма, що показує твердість (HRC) і кількість аустеніту (A%) у сталі X12Φ1 у залежності від температури загартування. Спочатку з підвищенням температури загартування твердість зростає. Це порозумівається тим, що хромисті карбіди погано розчиняються в аустеніті, і при загартуванні 850—900° С виходить недостатньо легований мартенсит. Найбільша твердість у сталі X12Φ1 виходить при загартуванні з 1075° С. Подальше підвищення температури приводить до зниження твердості внаслідок ще більшого розчинення хромистих карбідів і збільшення кількості залишкового аустеніту.

Необхідну високу твердість сталі типу X12M можна одержати, гартуючи її від високих температур (1150° С) в олії й одержуючи, отже, велика кількість залишкового аустеніту, а потім шляхом обробки холодом і відпустки домагатися розкладання залишкового аустеніту й одержувати високу твердість (>HRC 60). Такий метод обробки на так називану вторинну твердість, застосовуваний для швидкорізальної сталі, прийнятий і при обробці високохромистих сталей. Але частіше всього сталь типу X12 гартують з температур, що дають найбільшу твердість після загартування (від 1050—1075° С) і наступної низької відпустки (при 150—180°С). Твердість в обох випадках однакова (HRC 61—63), але в першому випадку сталь володіє більш високою корозійною стійкістю, а в другому — більшою міцністю.

Тому що в сталі типу X12M кількість залишкового аустеніту змінюється в широких межах (майже від 0 до 100%), те природно, що і зміна обсягу, що спостерігається при загартуванні, також сильно змінюється. При загартуванні на мартенсит сталь здобуває обсяг більший, ніж вихідний, а при загартуванні на аустеніт — менший (див. криву Д/ на рис. 1.1). При деякій температурі співвідношення аустеніту, що виходить, і мартенситу таке, що обсяг загартованої сталі точно дорівнює вихідному. Як впливає з графіка, приведеного на (див. рис. 1.1), це буде відбуватися при загартуванні з 1120°C , коли фіксується близько 40% залишкового аустеніту при твердості біля HRC 58 (у цьому випадку $L=0$). Однак можливі коливання в температурі загартування, умовах охолодження й інших деталей термічного режиму, як правило, приводять до того, що розміри штампа не виявляться точно рівними вихідним.

Якщо розміри штампа зменшилися, то дається відпустка при 520°C . У результаті такої відпустки залишковий аустеніт перетвориться частково в мартенсит і розміри штампа виростуть. Якщо розміри штампа при загартуванні збільшилися (штамп «виріс»), то проводять відпустка при 350°C . Аустеніт при цих температурах відпустки залишається, а тетрагональний мартенсит перетворюється у відпущений і розміри штампа зменшуються.

Ця операція зветься термічного доведення. У результаті термічного доведення можна довести розміри великих штампів до необхідного значення з точністю $\pm 0,1\text{ мм}$ [27].

Сталі X12Ф1, X12М и їм подібні мало деформуються при загартуванні, а при застосуванні термічного доведення деформацію можна звести практично до нуля. Тому ці сталі варто рекомендувати для інструмента складної форми, для якого деформація при загартуванні неприпустиме.

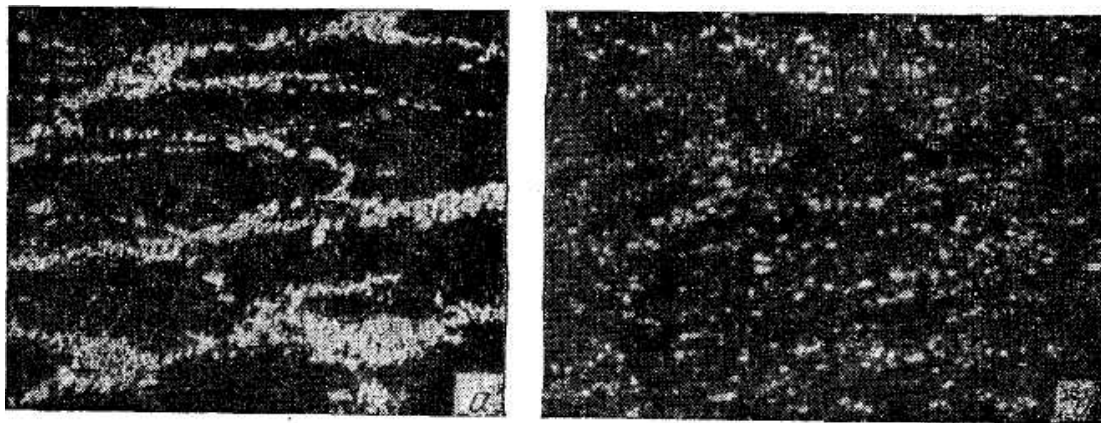


Рисунок 1.2 - Мікроструктура сталі x100: а — Х12; б — Х6ВФ[27]

Істотним недоліком сталі Х12 є знижена механічна міцність, обумовлена наявністю в цій сталі великої кількості карбідної фази. А тому що цієї фази буде тим більше, чим більше вуглецю в сталі, то в силу цієї причини сталь Х12 (з 2,0—2,3% С) застосовують лише для невідповідальних призначень і для простого по конструкції інструмента.

Для швидкорізальних сталей і для сталей типу Х12 велике значення має розподіл карбідної фази. Стрічковий розподіл карбідів, скупчення карбідів, тобто всі те, що називається «карбідною ліквідацією», сильно погіршує міцність сталі. Чим більше кут, а отже, чим менший перетин металу (заготівлі, прутка), тим сильніше роздрібнюються скупчення карбідів, тим краще якість сталі (див. рис. 1.2, а, б). Тому ґрунтовне проковування варто рекомендувати в тих випадках, коли штамп має великі розміри. Уковування в цьому випадку досягаються змінні осіданням і витяжкою. Однак і в цьому випадку не завжди вдається усунути в необхідному ступені «карбідну ліквідацію».

Сталь розглянутого класу, але з меншим змістом вуглецю і хрому і менш схильна до карбідної ліквідації, представлена в (див. табл. 1.1) маркою Х6ВФ. Сталь Х6ВФ містить менше карбідів, чим сталь типу Х12 (12—14% карбиду М7С8 у відпаленій сталі Х6ВФ проти 15—17% у сталі Х12Ф1 і 25—30% у сталі Х12), і за інших рівних умов карбідна ліквідація в неї менше (див. рис. 1.2,б).

Проведення сталі Х6ВФ при термічній обробці таке ж, як і в сталей типу Х12, однак підвищення температури загартування не приводить до такому

різкому розчиненню карбідної фази, як у сталей типу X12 (див. рис. 1.3). Тому ця сталь звичайно гартується с $1000^{\circ}\text{C} \pm 10$ (для одержання максимальної твердості). При цьому близько 8% карбідів з 12% перейде в розчин, і мартенсит буде містити близько 5 % Сг у розчині.

Такий мартенсит досить стійкий проти відпустки (див. рис. 1.3, б). Відпустка при 200°C знижує твердість до HRC 58, а подальше підвищення температури (до $500\text{—}525^{\circ}\text{C}$) знижує твердість у незначному ступені — з 58 до HRC 55—56. Тому що міцність і в'язкість також мало змінюються в цьому ж інтервалі температур відпустки (така зміна властивостей характерно і для сталей типу X12), то сталь Х6ВФ відпускають при 150°C (для збереження високої твердості), чи при 200°C (для деякого підвищення в'язкості).

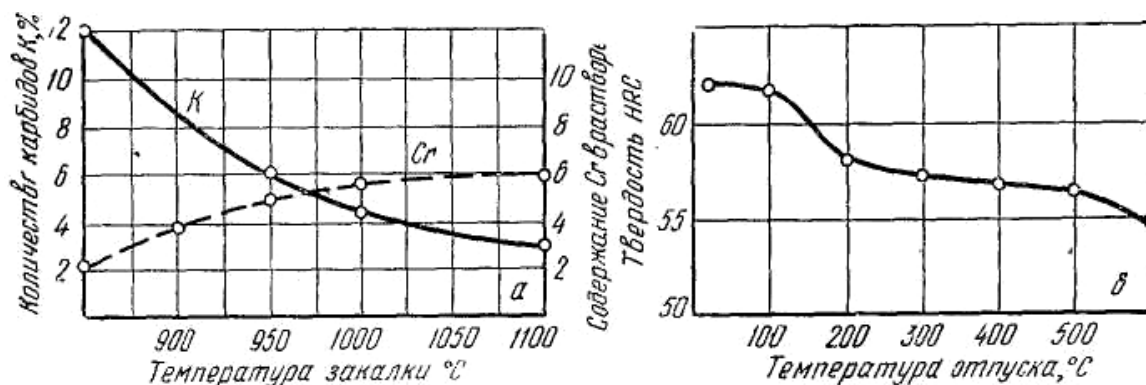


Рисунок 1.3 - Вплив термічної обробки на будівлю і властивості сталі Х6ВФ [27]

а – вплив температури загартування; б - вплив температури відпустки

З викладеного випливає, що області застосування і режими термічної обробки сталей Х6ВФ і Х12Ф1 у загальному схожі, тільки сталь Х6ВФ відрізняється більш високою міцністю, але меншої зносостійкістю. Останнє є наслідком меншої кількості в ній карбідної фази [27].

1.1.2 Стійкість штамів

Довговічність штамів вимірюється кількістю деталей, відштампованих до повного зносу робочих частин, обумовленого неможливістю їхнього відновлення й одержанням розмірного браку деталей, що штампуються.

Однак значно раніш цього виду браку виникає брак по зниженню якості деталей, які штамнуються (заусенці при вирубці і пробиванні, задири, і подряпини при витяжці, згинанні). Цей вид браку порівняно легко усунути шляхом перешліфовки вирубних і пробивних штамів чи зачищення наростів металу на поверхні витяжних і згинальних штамів і т. д.

Таким чином, варто розрізняти довговічність чи повну стійкість штамів і проміжну (якісну) стійкість чи стійкість між двома перешліфовками чи зачищеннями робочих частин.

Повна стійкість штамів у більшості випадків знаходиться в прямій залежності від якісної стійкості, тому що кількість припустимих перешліфовок і зачищень обмежено повним використанням робочих деталей штамів чи виходом із заданих розмірів і одержанням розмірного браку деталей.

Стійкість штамів залежить від наступних факторів: 1) сорту і механічних властивостей матеріалу, який штампується; 2) конфігурації деталі; 3) відносної товщини матеріалу; 4) конструкції штампа і типу виробленої операції; 5) величини зазору; 6) матеріалу і термообробки робочих деталей штампа; 7) стану преса; 8) способу і типу змащення.

Стійкість штампа є умовним поняттям, тому що різні робочі частини штампа зношуються по-різному.

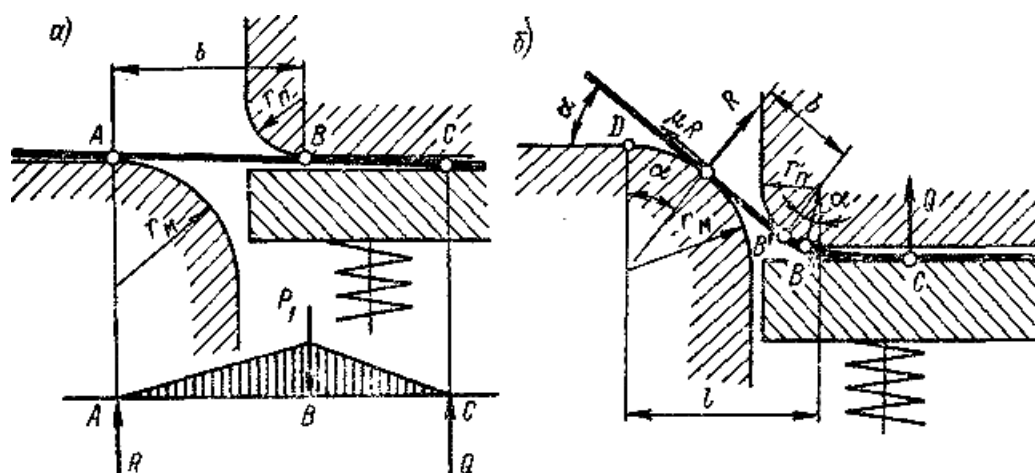


Рисунок 1.4 - Епюра навантаження при процесі штампування [13]

Розглядаючи процес штампування на рисунку 1.4. можна визначити ту частину робочої деталі, яка зношується більш інтенсивніше ніж інші. Сама кромка пуансону та матриці витримує найбільше навантаження при процесі штампування. Тому доцільне буде те, що зміцнення та відновлення саме цієї частини штампу приведе до збільшення строку служби усього штампу [13].

2 Конструкторський розділ

2.1 Основні способи напилення штамів та підготовка їх до напилення

У практиці виготовлення і ремонту штамів застосовуються наступні основні способи напилення:

Доцільність використання того чи іншого способу нанесення покриттів повинно визначатися в залежності від експлуатаційних вимог до виробу, номенклатури деталей, їх складності, вимог до надійності та ресурсу, роботи виробу. Нанесення захисних покриттів напиленням, проводиться наступними основними способами: газополуменеве напилення; детонаційне напилення; електродугове напилення, плазмове напилення.

Щоб зробити правильний вибір методу і способу нанесення покриття, необхідно проаналізувати, які з них можуть забезпечити якісні характеристики покриття, а також, виходячи з їх економічних показників. Вибір методу нанесення покриття залежить від різних факторів, таких як: продуктивність методу, товщина нанесеного шару покриття, геометричні розміри виробу, температури процесу та інші.

Для відновлення диска автомобільного колеса можливе застосування методів газотермічного нанесення покриття.

Щоб раціонально вибрати метод стосовно зміцнення, необхідно знати технологічні можливості та характерні особливості того чи іншого методу нанесення покриття. Розглянемо їх.

Газополуменевий спосіб. Газополуменевий спосіб має обмеження за температурою матеріалу, з якого формується покриття, забезпечують для своєї номенклатури матеріалів КВМ, міцність зчеплення до 50МПа, пористість 5-25%, максимальна температура напиляючих часток до 3000К, швидкість

напилюючи часток 20 - 180м/с, в якості джерел теплоти використовується полум'я різних газів і їх сумішей.

Використовування детонаційного методу нанесення покриття на поверхню в порівнянні з плазмовим напиленням, електродуговою металізацією, а також йонно-плазмовим нанесенням покриттів має переваги по економічним та технологічним параметрам. Покриття мають високу твердість, рівномірність товщини по периметру деталей, добру адгезію з основним металом, маленькою пористістю, максимальну зносостійкість та мінімальний коефіцієнт тертя .

Згідно вибраного матеріалу для нанесення покриття вибираємо плазмово-дуговий метод нанесення покриття.

Детонаційне напилення. При детонаційному методі немає необхідності в повному розплавленні матеріалу, який наноситься. Сполучення дії тепла, що виділяється при ударі, високого тиску і високої швидкості деформації матеріалу забезпечують одержання монолітного шару, що кристалізується в стабільній системі. Таким чином, метод детонаційного нанесення, по суті, - єдиний спосіб одержання на металах твердосплавних покритті, що по властивостях мало відрізняються від властивостей спечених твердих сплавів[15] [16].

Перевагами детонаційного напилення є [16]:

- помірне нагрівання поверхні виробу, що покривається, (не вище 250 °С);
- можливість одержання покриттів з підвищеною міцністю зчеплення і щільністю завдяки високій кінетичній енергії часток матеріалу, що напиляється ;
- можливість нанесення міцно зчеплених покриттів на деякі види підкладок (сталь, нікелеві сплави й ін.) без струменево-абразивної підготовки поверхні;
- відносна простота конструкції установки.

Однак спосіб має ряд недоліків:

- високий рівень шуму (125 - 140 дБ) і інші шкідливі впливи вимагають ізоляції зони обробки;

- технологічні обмеження на обробку нежорстких деталей, викликані високими імпульсними тисками при впливі продуктів детонації на підкладку;
- обмеження по твердості поверхні, що напиляється (не вище 60 HRC)

Дугова металізація. Спосіб дугової металізації одержав широке поширення. Однак в цій технології закладена небезпека перегріву й окислювання матеріалу, який напиляється при низьких швидкостях подачі порошку, що розпорошується. Крім того, велика кількість теплоти, вигорянню легуючих елементів, що входять у напилений сплав (наприклад, зміст вуглецю в матеріалі покриття знижується на 40 - 60%, а кремнію і марганцю – на 10 - 15%).

Для удосконалення процесу дугового напилювання необхідно поліпшити наявні апарати і створити принципово нові.

Плазмово-дуговий метод рекомендується для напилення захисних і зміцнювальних та інших видів покриттів з порошків металів, оксидів, боридів та інших тугоплавких з'єднань, із композиційних порошків, а також з дротяних матеріалів. Плазмовий струмінь утворюється в плазмотроні за рахунок нагріву плазмо-утворюючого газу при проходженні його через дугу, або високочастотному індукційному нагріванню. Температура плазмового струменя може складати 5000 - 55000 °С, а швидкість витікання 1000 - 1500 м/с. Потрапляючи у плазмовий струмінь, частки порошку нагріваються і прискорюються в середньому до 50...200 м/с. Коли частки б'ються об поверхню, зіштовхуються з нею за рахунок металургійної, механічної та інших видів взаємодії.

Матеріали які використовуються для плазмо-дугового напилення повинні плавитися без розкладу та возгонки і бажано, щоб вони мали велику різницю між температурами плавлення та кипіння [15].

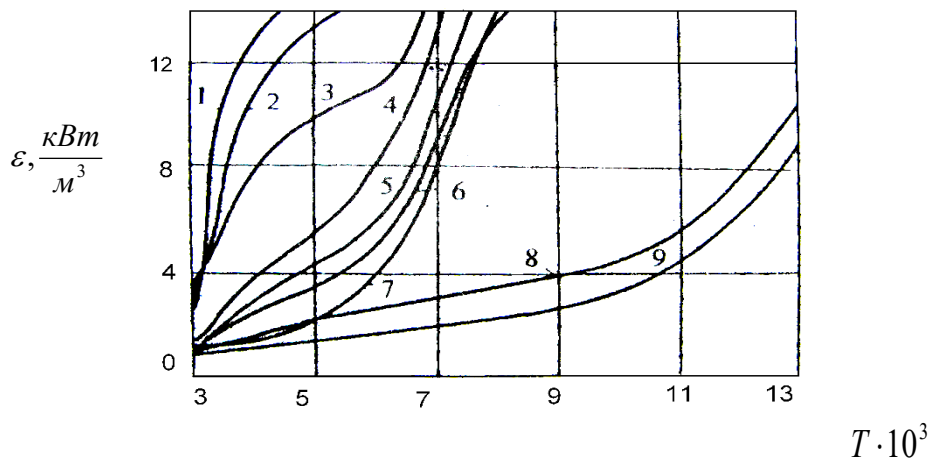


Рисунок 2.1 - Залежність середньо-масової температури плазмового струменя від питомої енергії і природи плазмо-утворюючого газу: 1-Н₂О; 2- NH₃; 3-СО₂; 4-СН₄ 20% + повітря 80%; 5- СН₄ 49% + повітря 91%; 6- повітря; 7 - N₂ ; 8- Аг 85 % + Н₂ 15% ; 9- Аг [15]

Плазма, що генерується із суміші вуглеводневого газу з повітрям, містить компоненти з різними значеннями температур максимальних швидкостей дисоціації, внаслідок чого нагрівання матеріалу проходить ефективно в широкому інтервалі температур. При нагріванні матеріалу та при взаємодії струменя з навколишнім середовищем відбувається відбирання енергії від робочого тіла (струменя високотемпературного газу). Цей процес супроводжується зниженням температури газу вздовж струменя та зменшенням, як наслідок, температурного напору. Високоентальпійна плазма, яку отримують із суміші вуглеводневих газів з повітрям, підтримує рівень зниження температури при відбиранні 1 кВт·год/м³ не більше 200 К в інтервалі температур 3000—8000К. Аналогічних можливостей не має ні в одному з альтернативних плазмових середовищ, що знайшли практичне застосування.

Також плазма сумішей вуглеводневих газів із повітрям має широкі можливості регулювання окислювально-відновного потенціалу середовища, в якому здійснюється обробка матеріалу. Кисень повітря, небажаний компонент середовища в багатьох процесах обробки матеріалів, утворює сполуку з вуглецем вуглеводневого газу — термічно стійкий оксид вуглецю. При цьому водень, що, як правило, додається до інертних та нейтральних плазмо-утворюючих газів для підвищення ентальпії та теплопровідності плазми,

отримується в процесі хімічної реакції в дуговому каналі плазмотрона. Кількість водню, як і відновний потенціал середовища в цілому, регулюється зміною вихідного співвідношення вуглеводневий газ-повітря. Додавання вуглеводневого компонента в плазмо-утворюючу суміш при зміні умов горіння дуги призводить до підвищення потужності плазмотрона за рахунок збільшення середньої напруги дуги. Це дає можливість зменшити струмове навантаження на електроди при збереженні постійного значення потужності, що, у свою чергу, підвищує ресурс роботи електродів.

Таким чином, згідно переваг газоповітряного методу нанесення покриття, можна обрати плазмо-дугове нанесення покриттів, що у якості плазмо-утворюючої суміші використовуються вуглеводні гази з повітрям [17].

Пропан – бутан, як вуглеводневий газ має деякі переваги відносно інших вуглеводнів. Одна з яких - це економічна доцільність. Тому ми зупиняємося на плазмо-дуговому нанесенні покриття, що у якості плазмо-утворюючої суміші використовується пропан – бутан з повітрям.

Плазмовий спосіб забезпечує високі значення КВМ: 0.7-0.25 для дротяних матеріалів та 0.3-0.8 для порошкових. При цьому коефіцієнт використання енергії не перевищує 0.02-0.18 при дротяному напиленні і 0.001-0.2 при порошковому, продуктивність до 50 кг/год, міцність зчеплення до 50МПа, пористість 2-15%, максимальна температура часток, що напиляються до 4000К, швидкість часток, які напиляються 50-400м/с, в якості джерел теплоти використовується плазмова дуга, плазмовий струмінь [17].

Переваги:

- одержання покриттів з матеріалів, що плавляться без розкладання, без обмеження по температурі плавлення;

- використання для утворення струменя дугової плазми різних газів: інертних, відбудовних, окисних, а також аміаку, природного газу, водяної пари, що в сполученні з застосуванням камер із захисним чи середовищем захисних насадок дозволяє регулювати властивості середовища, у якій нагріваються і рухаються частки порошку;

- гнучке регулювання електричного і газового режимів роботи плазмотрона, у тому числі в процесі нанесення покриття, що дозволяє керувати енергетичними характеристиками напилених часток і умовами формування покриття;

- досить високу продуктивність процесу і коефіцієнт використання матеріалу, що напиляється;

- нагрівши поверхні до порівняно невеликих температур, що дозволяє зберегти особливості структури і властивості матеріалу основи.

Недоліки:

низька міцність зчеплення покриті з деталлю для ряду умов експлуатації (10-50 МПа при іспитах на нормальний відрив); високий рівень шуму (110-130 дБ) і випромінювання; відносно висока вартість устаткування і його стаціонарність [17].

Отже, аналізувати доцільність використання того чи іншого способу нанесення покриття будемо, порівнюючи його параметри (див.табл.2.1) з необхідними нам за наступним планом:

1. міцність зчеплення матеріалу порошку з основою;
2. форма використовуваного матеріалу;
3. товщина покриття;
4. пористість покриття;
5. температура плавлення вибраного нами порошку(чи зможе матеріал бути активований даним способом напилення)
6. продуктивність напилення;
7. КВМ.

Таблиця 2.1 - Порівняльна характеристика способів напилення [18]

Параметри	Спосіб напилення				
	Електродуг ове	Газополумен еве	Плазмове	Детонацій не	Газодинамічн е
1	2	3	4	5	6
Продуктивність, кг/год	2...50	1...10	3...11; 11...25	0,1...1,5	3...15
Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ)	0,8...0,95	0,8...0,95	0,7...0,9	0,3...0,6	0,7...0,9
Міцність зчеплення, МПа	до 48 (>15)	до 50 (>10)	до 50 (>15)	до 100 (>30)	40...80
Пористість, %	5...15	10...15	5...10	до 0,5...1,5	3...7
Межі раціональної товщини покриття, мм	0,5...2,5 max 6,0	0,5...5,0 max 10,0	0,05...5 max 10,0	0,1...0,3 max 0,5	від 0,25*
Форма напилюваного матеріалу	дріт	дріт, порошок гнучкий шнур, стержень	порошок, дріт	порошок	порошок
Максимальна температура нагрівання диспергованих часток матеріалу, К	Температур а плавлення матеріалу	до 3000	до 4000	до 3000	до 600
Швидкість напилюваних часток матеріалу, м/с	50...150	20...180	50...400	600...1500	200...1200

Проаналізувавши дану таблицю, а також довідкову літературу, можна прийти до наступних висновків[19]:

1. Найвищу міцність зчеплення для кольорових металів має детонаційний та газодинамічний способи нанесення покриття (до 100 і до 80 МПа відповідно).
2. Нанести вибраний нами порошок можна усіма способами, окрім електродугового.
3. Отримати необхідну товщину покриття(0,5мм) можна за допомогою усіх способів, окрім детонаційного.
4. Найменшу пористість забезпечує детонаційний спосіб.
5. Отримати необхідну температуру плавлення (1050 °С) можна усіма способами, окрім газодинамічного.
6. Найбільшу продуктивність мають плазмовий та газодинамічний способи (до 25 кг/год та до 15 кг/год відповідно).
7. Найменший КВМ має детонаційне напилення.

Оскільки електродуговий, детонаційний та газодинамічний способи напилення не забезпечують необхідні нам параметри, то будемо обирати серед плазмового та газополуменевого способів. Так як плазмовий спосіб має більшу продуктивність, а також враховуючи масовість виробництва, зупинимо наш вибір на плазмовому напиленні.

При плазмовому напиленні порошок всередині або зовні плазмового пістолета плавиться плазмовим струменем (7) і прискорюється в напрямку покривається деталі. Плазма генерується електричної дугою, палаючій в аргоні, гелії, азоті, водні або їх суміші (4). При цьому відбувається дисоціація й іонізація газів, вони набувають високу швидкість на виході, і при рекомбінації віддають своє тепло напилюваним частинкам.

Електрична дуга горить між центральним катодом (5) і водоохолоджуваним анодом (6). Цей спосіб використовується при нормальній атмосфері, в захисному газі (наприклад, аргоні), у вакуумі та під водою. При відповідному профілюванні сопла виникає також понадзвукова плазма [19].

2.2 Вибір матеріалу покриття для напилення

При виборі складу покриття, поряд із експлуатаційними вимогами потрібно враховувати сумісність його з матеріалом основи та економічні показники застосування матеріалу: його собівартість, коефіцієнт використання тощо.

Під сумісністю розуміємо принципову можливість адгезійної взаємодії матеріалів покриття і матеріалу виробу. Крім того, у сумісних покриттів фізико-хімічні процеси на межі розділу з основою в процесі експлуатації не ведуть до порушення стабільності вихідного стану композиції. Наприклад, виключається утворення гальванічних пар, крихких фаз та ін. Питання сумісності особливо важливі при створенні захисних покриттів і мають меншу значущість при створенні інших типів покриттів, наприклад, декоративних.

При виборі матеріалу покриття, стійкого до спрацьовування, необхідно враховувати характер взаємодії пари тертя. При всіх сполученнях матеріалів необхідно прагнути до вибору матеріалу покриття з мінімальним коефіцієнтом тертя.

Покриття повинні мати високу міцність зчеплення з основою і міцність матеріалу покриття (до 100–250 МПа).

Напилення штампа відбувається у два етапи:

На поверхню штампа наноситься порошок ПН75Ю23В (див. табл. 2.2), хімічний склад порошку наведено у таблиці 2.2. Цей порошок використовується у якості підшару, для зміцнення щеплення покриття з основою.

Другий етап напилення полягає у нанесенні основного самофлюсуючого хромонікелевого порошку ПР-Х18Н9 (див.табл. 2.3), хімічний склад наведено в таблиці 2.3. Порошок ПР-Х18Н9 підвищує механічні властивості штампа, збільшує продуктивність і не потребує фінішної обробки.

Таблиця 2.2 Хімічний склад порошку ПН75Ю23В [21]

Марка порошку	C%	Al%	Co%	Ni%	Cr%	Mo%	Ti%
ПН75Ю23В	0.07	19-22.3	0.8	основа	2.93	0/79	0/32

Таблиця 2.3 Хімічний склад порошку ПР-Х18Н9 [29]

Марка порошку	C	Cr	Ni
ПР-Х18Н9	0.12	17-19	8-10

2.3 Обґрунтування способу підвищення зносостійкості

2.3.1 Суть процесу електроіскрового легування

Модель процесу електроіскрового легування, запропонована Н.И. Лазаренко, полягає в наступному [11].

При зближенні електродів, напруга “електричного поля” збільшується. При деякій відстані між електродами, напруженість електричного поля буде достатня для виникнення між ними іскрового розряду. Через виниклий канал наскрізної провідності, пучок електронів фокусовано вдаряється об тверду металеву поверхню аноду (див. рис. 2.4, а). Енергія руху раптово зупинених електронів виділяється в поверхневих шарах анода. У зв'язку з тим, що в цей момент система кидком звільняє накопичену енергію, щільність струму значно перевершує критичні значення щільності струму. У результаті цього від аноду відокремлюється крапля розплавленого металу, що рухається до катоду (див. рис. 2.4, б), випереджаючи анод. У процесі відділення від анода крапля, що летить, устигає нагрітися до високої температури, закипає і “вибухає”. Ланцюг струму переривається, стискальні зусилля електромагнітного поля зникають і частки, що утворилися, летять широким фронтом (див.рис. 2.4, в). Так як перегріта крапля і частки знаходилися в зіткненні з газом (повітрям), то

матеріал їх по складу і властивостям відрізняється від вихідного матеріалу аноду. Розплавлені частки, досягши катоду, зварюються з ним і частково занурюються в його поверхню (див. рис. 2.4, г). Процес на цьому не закінчується, оскільки слідом за частками рухається електрод, включений у систему, що уже встигла знову накопити енергію. Через розпечені частки, що лежать на катоді, проходить другий імпульс струму, що супроводжується механічним ударом маси аноду, що рухається.

Другий етап процесу при механічному контакті електродів зварює частки між собою і прогріває тонкий шар поверхні катоду, на якому вони лежать. При цьому спостерігається не тільки дифузія під дією електричного струму перенесених часток у товщу катода, але і відбуваються хімічні реакції між цими частками і матеріалом катоду. Механічний удар по розпеченій масі матеріалів проковує отримане покриття, чим значно збільшує його однорідність і щільність (див. рис. 2.4, д). Далі анод рухається нагору, а на поверхні катода залишається міцно з'єднаний з ним шар матеріалу аноду (див. рис. 2.4, е) [11].

З приведеної моделі процесу електроіскрового зміцнення можна зробити наступні висновки:

1. Перенос матеріалу аноду відбувається з моменту пробією між-електродного проміжку до зіткнення його з поверхнею катоду.
2. З моменту пробією і до зіткнення електродів відбувається два імпульси струму.
3. Речовина переноситься в рідко крапельному стані.

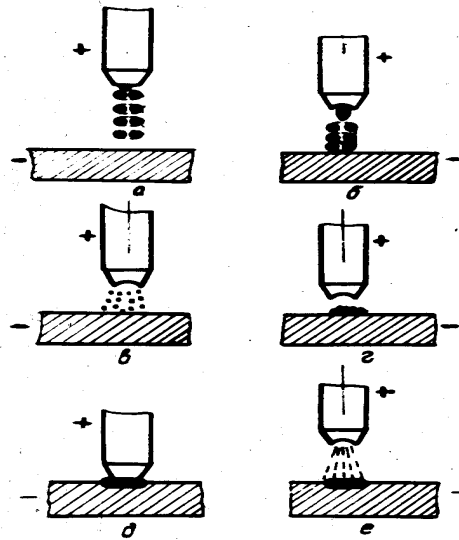


Рисунок 2.4-Схема процесу електроіскрового зміцнення металічних поверхонь [11]:

- а) момент пробою між-електродного проміжку;
- б) відділення від аноду краплі розплавленого металу;
- в) вибух розплавленої краплі;
- г) осадження і занурення матеріалу аноду в катод;
- д) момент контакту електродів;
- е) розходження електродів.

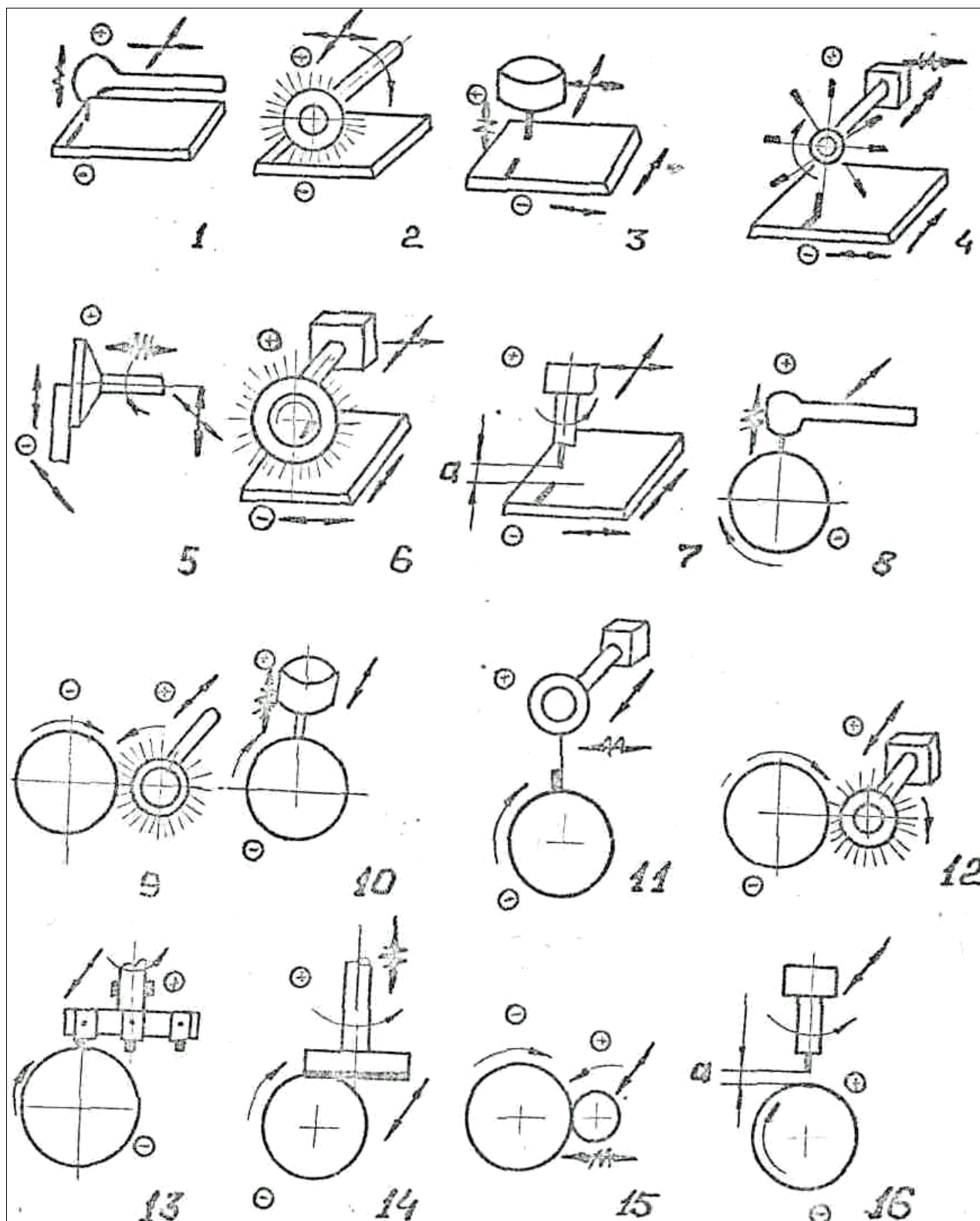


Рисунок 2.5 - Основні види рухів електродів при ЕІЛ компактним електродом [5]

Але механізація вібраційного ЕІЛ не дозволяє надійно регулювати

параметри процесу, особливо при схоплюванні електродів, при цьому продуктивність процесу практично не змінюється в порівнянні про ручне легування. Більш перспективні механізовані установки з застосуванням безвібраційного принципу з допомогу багато-електродних головок.

Застосування обертових багато-електродних головок дозволяє легше механізувати процес, наносити багатокомпонентні покриття. При цьому поліпшується процес формування шару за рахунок розмазування матеріалу, що наноситься, тобто підвищується чистота і суцільність покриття. У цих установках для механізованого ЕІЛ складне налагодження інструменту, а продуктивність процесу, особливо при легуванні з гнучкими елементами незначно відрізняється від легування з застосуванням ручного вібратора. Установки для механізованого легування не дозволяють істотно підвищити чистоту поверхні і забезпечити високу продуктивність процесу й у цьому напрямку необхідні подальші дослідження.

Великої уваги заслуговує другий варіант безконтактного процесу ЕІЛ з підтримкою між електродами постійного зазору, що дозволяє більш надійно механізувати процес обробки (див. рис.2.5:7;16) [14] [5] [9].

2.3.2 Фізико-механічні властивості шару при ЕІЛ

В результаті локального імпульсного розігріву поверхні катода при ЕІЛ до межі плавлення і вище з наступним швидким охолодженням, а також у результаті переносу матеріалу електроду, відбувається істотна зміна фазового складу і структури поверхні сталей при використанні в якості легуючого електроду твердого сплаву, W , Fe , Cr . Встановлено, що в структурі поверхневого шару інструментальної сталі з'являється аустеніт замість первинного фериту. Це супроводжується появою мартенситу, що знаходився в сильно деформованому стані, що набагато перевищує деформацію звичайного мартенситу. Ця фаза в дійсності представляла δ -ферит яка гартується при температурах, близьких до температур плавлення. Розміри кристалів аустеніту

значно більше, ніж ті, котрі мають залишковий нормальний аустеніт, і кількість цієї фази значно змінюється в обсязі легованого шару. Що стосується карбідної фази, то нормальний η -карбід інструментальної сталі Me_6C частково або повністю замінюється іншим $Me_{23}C_6$ відомий як η -композиція $(Fe, Cr)_{21}W_2C_6$. Мається на увазі насичення поверхні вуглецем, джерело якого може бути двоїстим: або надлишкову кількість вуглецю разом з δ -феритом матеріалу катода, або переноситься з карбідного електроду. Спостерігалися коливання вмісту в пропорційному відношенні $\alpha(\delta)$; γ ; η карбідів і карбідних фаз як у локальних ділянках зразка, так і в різних зразках в результаті різних умов нагрівання і різного ступеня охолодження. Стан високих напруг у ґратах основного матеріалу розглядається як найбільш важливе для зміцнення, в порівнянні з карбідними змінами в поверхневому шарі, що являються надалі причиною розтріскування[3].

Для оптимізації процесу ЕІЛ, прогнозування фізико-механічних властивостей поверхневого зміцненого шару катода, необхідно знати залежності фазового, хімічного, напруженого стану поверхневого шару, а також його твердості, шорсткості поверхні, зносостійкості і жароміцності від природи матеріалів електродів. Однак велика ерозія аноду не завжди забезпечує достатню товщину покриття. У процесі ЕІЛ розігрітий поверхневий шар аноду насичується елементами навколишнього середовища й стає крихким. Ступінь крихкості визначається схильністю до поглинання кисню й азоту повітря. При максимальному ступені крихкості, частки продуктів ерозії досягають таких розмірів, що закріплення їх на підложці ускладнено і коефіцієнт переносу знижується. У значній мірі коефіцієнт переносу і якість шару залежать від взаємної розчинності матеріалів аноду і катода. В тих випадках, коли вони утворюють необмежені тверді розчини, прирости ваги і коефіцієнти переносу максимальні, а шар відрізняється високою суцільністю і низкою пористістю. При утворенні з залізом інтерметалідів, ці показники нижчі. Коли матеріал аноду у твердому стані мало розчинний у залізі, коефіцієнт переносу,

суцільність шару, його товщина мінімальні, а сам шар характеризується наявністю раковин і порожнин [3].

Найменші залишкові напруги виникають при легуванні матеріалами, що утворюють з залізом необмежені тверді розчини (див. табл.2.4).

На відносну зносостійкість впливають різні фізико-механічні властивості шарів, а також їх суцільність, пористість, структура. При легуванні твердими сплавами відносна зносостійкість вище при використанні в якості аноду твердого сплаву ТН-20, що зв'язано з великим вмістом в ньому карбіду титана, що характеризується найбільшою твердістю, а за даними рентгеноспектрального аналізу спостерігається найбільше проникнення матеріалу легуючого електрода в підкладку. Межа міцності на розтягання ($\sigma_{розт.}$) зміцнених зразків більше $\sigma_{розт.}$ нелегованих зразків.

Таблиця 2.4-Максимальні залишкові напруги в поверхневому шарі катоду після ЕІЛ на установці Элитрон 22А, МПа[3]

Матеріал анода	Матеріал катода		
	Ст 3	Сталь 45	Сталь У8
Ti	620	600	-
Ta	600	350	500
Mo	800	420	500
W	680	960	480
T15K6	780	380	620
ТН-20	370	520	580

Етапи зміцнення [3]:

1. Процес зміцнення відбувається за рахунок осадження на поверхні катода матеріалу анода. Найбільший ефект зміцнення має місце, якщо в якості легуючого електрода використовується матеріал з найбільшою твердістю і зносостійкістю:

$$H_{пр.}=f(Ma)$$

де M_a - характеристика матеріалу легуючого електрода.

2. Поверхневий шар являє собою результат взаємодії матеріалу анода і катода з утворенням твердих розчинів, хімічних сполук, окислів, нітридів (рис. 2.6). У цьому випадку:

$$N_{пр.} = f [(M_a + M_k); (P_o + H_e)]$$

де $M_a + M_k$ - ефект взаємодії матеріалу анода і катода;

$P_o + H_e$ - ефект зміцнення в результаті утворення окислів і нітридів.

3. Процес зміцнення відбувається як за рахунок переносу і взаємодії матеріалу електродів, так і за рахунок імпульсної взаємодії високих температур і тиску, що приводять до появи вкрай нерівноважних структур, нових фаз, дробленню зерна тоді:

$$N_{пр.} = f [(M_a + M_k); (P_o + H_e)]$$

де rT – імпульсна взаємодія високих тисків і температур матеріалу зміцненого шару.

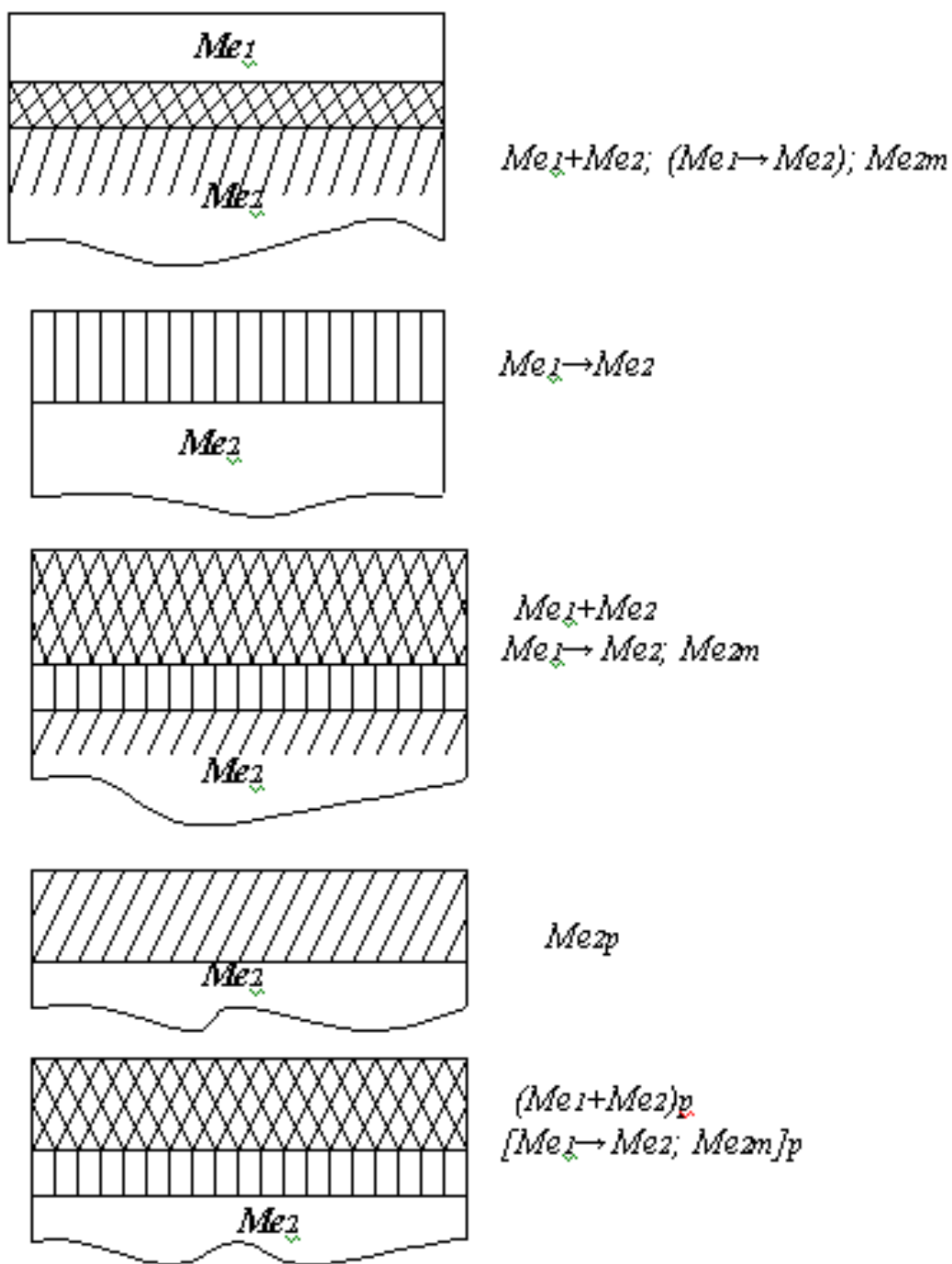


Рисунок 2.6 - Основні схеми утворення легованого шару при ЕІЛ[8]

Me_1 – матеріал аноду; Me_2 – матеріал катода;

$Me_1 + Me_2$ – утворення з'єднань, розчинів;

$Me_1 \rightarrow Me_2$ – дифузія матеріалу аноду в катод;

$Me_{2т}$ – імпульсна теплова дія на матеріал катода;

$Me_{2р}$ – імпульсна механічна дія на матеріал катода.

В процесі ЕІЛ на поверхні катода утвориться шар зміненої структури. Звичайно це так названий "білий" шар, мікроструктура якого не виявляється

при стандартних режимах травлення металографічними реактивами. Специфічні властивості "білих" шарів і відмінність їхнього складу від складу матеріалу електродів обумовлені, як хіміко-термічним впливом іскрового електричного розряду на матеріали електродів, так і спрямованим переносом на підкладку і дисоціацією матеріалу аноду, з різною швидкістю ерозії структурних складових матеріалу аноду і з різною здатністю їх закріплюватися на матеріалі підкладки, активним перемішуванням матеріалу аноду і підкладки, їхньою хімічною взаємодією з елементами між-електродного середовища і один з одним.

Інтенсивність взаємодії електроіскрової обробки на поверхневий шар визначається температурою $5-40 \cdot 10^3$ °C і тиском ударної хвилі 0,1 Па. Висока швидкість тепловідводу приводить до того, що в межах товщини шару порядку декількох мікрометрів температура швидко падає до температур плавлення і відповідних фазових перетворень. У зв'язку з цим кристалізація, фазові перетворення, дифузія і хімічна взаємодія, що супроводжують процес ЕІЛ приводять до утворення вкрай нерівноважних структур з дуже дрібним зерном, високою гетерогенністю по складу, структурі і властивостям [8].

Так твердість нанесеного шару при ЕІЛ сталей і титанових сплавів тугоплавкими металами і з'єднаннями набагато перевершує твердість матеріалу катоду.

Структура "білого" шару, виявлена методом електрохімічного травлення реактивом хромового ангідриду, отриманого при зміцненні сталі 30ХГС ферохромом, являє собою ферит із зернами, витягнутими до поверхні, по границях яких розташовані дисперсні виділення карбідів і нітридів

Високо дисперсна структура "білого" шару нагадує структуру антифрикційних матеріалів, що забезпечують високу зносостійкість зміцненої поверхні при роботі її на стирання.

Таблиця 2.5 Процеси, що відбуваються в поверхневому шарі сталі при електроіскровому легуванні[8]

<i>Найменування процесу</i>	<i>Сутність процесу</i>	<i>Зміцнюючий матеріал</i>
<i>Надшвидкісне загартування</i>	<i>Короткочасне нагрівання розрядом струму до високої температури, а потім миттєве охолодження розплавлених ділянок масою холодного металу.</i>	<i>Сталь, що містить 0,6% або більшу кількість легуючих елементів.</i>
<i>Азотування</i>	<i>Дисоціація атмосферного азоту розрядом струму з утворенням атомарного азоту; з'єднання останнього з елементами поверхневого шару й утворення нітридів металу (титану, хрому, заліза).</i>	<i>Інструментальна сталь.</i>
<i>Цементация</i>	<i>Розчинення в розплавленому і високонагрітому залізі вуглецю, що утримується в аноді або навколишньому середовищі, з утворенням карбідів заліза, хрому, титана.</i>	<i>Низьковуглецеві і деякі леговані сталі.</i>
<i>Збагачення легуючими елементами</i>	<i>Контактний перенос матеріалу з одного електроду на інший при зіткненні їх під тиском у розплавленому стані. Газова дифузія, наступне дифузійне розсмоктування перенесених елементів у поверхневому шарі.</i>	<i>Усі сталі</i>

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Відновлення зношених штамів напиленням

3.1.1 Вибір устаткування для напилення

Будь – яка установка для газотермічного нанесення покриття складається з розпилювача, механізму подачі матеріалу, який розпилюється (дроту, порошку, стержнів або гнучкого шнура), джерела енергопостачання, системи що подає розпилюючий газ, пульта керування. На рисунку 3.1 наведена функціональна схема узагальненої установки для газотермічного нанесення покриття.

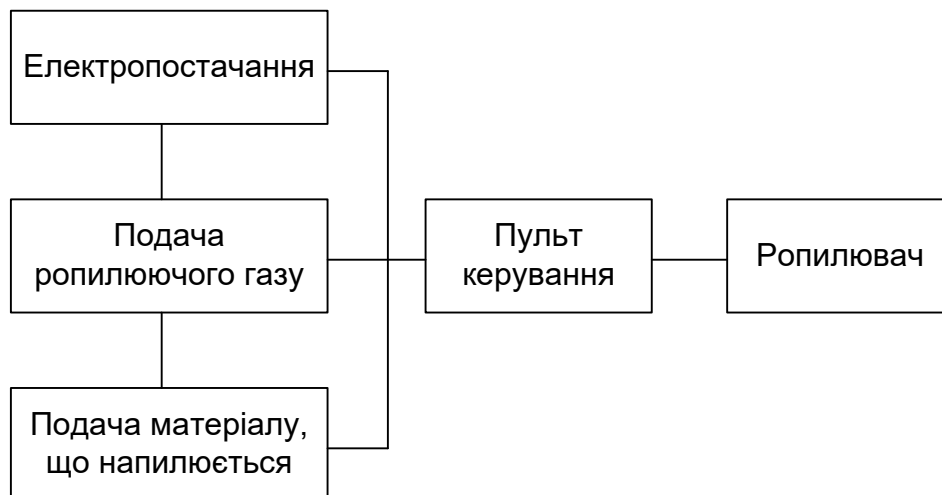


Рисунок 3.1 - Функціональна схема установки для напилення[20]

Для організації нанесення покриттів різного призначення на зовнішній поверхні деталі в умовах дрібносерійного та ремонтного виробництва використовують напівавтомати камерного типу. Ці напівавтомати складаються з камери напилення з механізму кріплення, переміщення деталі та плазмової установки. У промисловості отримали розповсюдження установки для плазмо-дугового напилення. У склад таких установок входить плазмотрон, джерело живлення електричного струму, пульт керування з контрольно-вимірювальними та регулюючими приладами, пристрої для підпалювання дуги, порошковий живильник, або система подачі дроту, система

газопостачання, водяного охолодження, системи блокування у разі аварійних ситуацій.

Для серійного виробництва є можливість придбання достатньо дорогого обладнання (з автоматизацією процесу або пів-автоматизацією), що повинно окупатися.

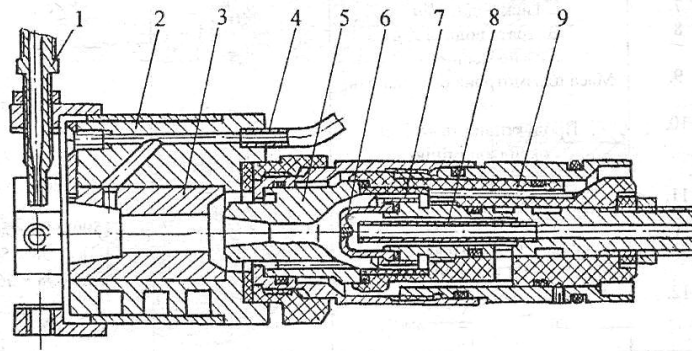
Також, необхідно підібрати обладнання, яке забезпечить отримання якісного зносостійкого (присутність тугоплавких речовин в матеріалі, що напиляється) покриття. А також, щоб була можливість одночасного і оплавлення зносостійкого покриття. Також, необхідно вибрати допоміжне обладнання (для закріплення і обертання деталі, що напиляється). Необхідно передбачити можливість обладнання працювати на технологічних параметрах процесу, що були рекомендовані вище для напилення вибраного порошку.

У промисловості застосовується три типи комплексів обладнання на базі серійних установок плазмового нанесення покриттів: УМП, УПУ, "Київ" різних модифікацій.

Установка для напилення складається з: джерела живлення (АПР-402); блока керування; Розпилювача (ПУН-1); блока подавання порошкових матеріалів; блока автономного охолодження.

Розпилювач

Установка напилення комплектується плазмотроном моделі ПУН-1. Базова модель плазмотрона ПУН-1 розроблена на основі принципової схеми лінійного плазмотрона постійного струму з одиничною металевою МЕВ (див. рис. 3.1). Технічні характеристики ПУН-1 наведені у таблиці 3.1. Плазмотрон ПУН -1 має катодний вузол, уніфікований із серійними плазмотронами для повітряно-плазмового різання і оснащений змінним термохімічним катодом 6, який теж випускається серійно.[20]



1 – штуцер для подавання порошку; 2 – корпус анодного вузла; 3 – електрод (анод); 4 – система подавання порошку в канал; 5 – між-електродна вставка; 6 – термохімічний катод; 7 – завихрювач газу; 8 – дефлектор; 9 – ізолятор

Рисунок 3.1 – Плазмотрон ПЛУН-1 [20]

Охолодження катодного вузла і вузла МЕВ у розпилювача послідовне. Анодний вузол має незалежну систему охолодження із збільшеним перерізом водяних каналів.

Використовується вихрове подавання плазмо утворюючого газу через систему аксіально-тангенціальних каналів [20].

Охолодження катодного вузла і вузла МЕВ у розпилювача послідовне. Анодний вузол має незалежну систему охолодження із збільшеним перерізом водяних каналів.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики плазмотрона ПУН-1 [20]

№	Параметр	Значення
1.	Потужність плазмотрона, КВт	≤ 80 КВт
2.	Робочий струм, А	160...315
3.	Робочий газ	Повітря, суміш стиснутого повітря з вуглеводневими газами (природний газ, пропан, бутан та ін.)
4.	Витрата плазмо-утворюючого газу, м ³ /год, Повітря Природного газу	3,9 - 12 0,1 - 2
5.	Робочий тиск газу, МПа, Повітря Природного газу	0,5...0,6 0,2...0,3
6.	Витрата охолоджуючої води, м ³ /год	0,8
7.	КВМ, не менше	0,7
8.	Габаритні розміри	75×150×250

Джерело живлення

Для живлення плазмотронів електричною енергією використовуються джерела постійного, перемінного (одно і трифазного) і імпульсного струму.

Найбільше поширення в даний час одержали джерела постійного струму, що забезпечують велику стабільність горіння дуги і точність підтримки параметрів технологічного процесу. Вони досить різноманітні. За формою зовнішньої вольт-амперної характеристики, а також можуть бути розділені на джерела живлення з жорсткою (при зміні сили струму напруга не змінюється) і крутоспадною зовнішньою характеристикою.

В даний час поряд зі спеціалізованими джерелами в деяких випадках плазмові установки оснащуються стандартними джерелами живлення.

Джерела живлення (ДЖ) для плазмової обробки повинні мати крутоспадні характеристики. Ці джерела у свою чергу можна розділити на джерела з дроселями насичення, джерела на керованих приладах і параметричні джерела. ДЖ із дроселями насичення одержали найбільше поширення в промисловості в зв'язку з простотою, надійністю в експлуатації і широкому діапазоні регулювання. До них відносяться джерело живлення ИПР-120/600, використовуваний в установці ОПР-6 для ручного і механізованого різання металів у середовищі азоту або в середовищі аргону з воднем; ИПГ-500, що входить в установки УГЭР-300 і УГЭР-500, призначені для різання металів товщиною до 30—150 мм відповідно; ВПР-402 установки АПР-401 для повітряно-плазмового різання.

До джерел живлення на керованих приладах відносяться ИПН-160/600, що входить у комплект установок для плазмового напилювання і металізації, УПУ-3, УПУ-ЗМ, постачені механізмом переміщення магнітних шунтів. Найбільше поширення одержали ДЖ на тиристорах. Зміною по фазі кута відкриття тиристорів регулюються середні значення випрямленого напруги і струму. Цими ДЖ забезпечуються установки типу АПР-402, УПР-201.

АПР-402

Це напівпровідниковий випрямляч із крутоспадними і зовнішніми характеристиками [19].

Джерело живлення АПР-402 розміщене в без каркасній сталевій шафі і функціонально складається із силового блока, автоматичного вимикача, пускача, збуджувача дуги, блока керування, блок апаратури і блока захисту.

Силовий блок складається із знижувального трифазного трансформатора, згладжувального дроселя, блока тиристорів блока трансформаторів струму і вентилятора.

Силовий трансформатор знижує напругу мережі до 135 В. Первинні та вторинні котушки намотані концентрично. Вторинна обмотка кожної фази складається із двох пів-обмоток.

Дросель призначений для зниження пульсацій випрямленої напруги. Він має дві дискові котушки, які з'єднуються послідовно. У середній часті осердя є повітряний зазор. Індуктивність дроселя складає близько 700 мГ.

Блок тиристорів призначений для випрямлення струму і створена крутоспадних зовнішніх характеристик. Він складається із шести тиристорів зібраних за кільцевою схемою.

Блок трансформаторів є датчиком у колі зворотного зв'язку джерела живлення і складається із трьох трансформаторів струму. Первинними обмотками кожного трансформатора є провід, який проходить від силового трансформатора до двох тиристорів. Вторинні обмотки трьох трансформаторів з'єднанні в трикутник.

Блок керування призначений для отримання імпульсів регулювання. У ньому встановлена апаратура системи фазового керування тиристорами.

Блок апаратури призначений для формування імпульсів чергової дуги, встановлення циклу роботи установки і захисту кола керування.

Електрична схема джерела живлення забезпечує:

- отримання крутоспадних зовнішніх характеристик джерела живлення;
- стабілізацію струму при коливаннях напруги мережі;
- автоматичне збудження дуги;
- керування процесом;
- захист установки від перевантажень і аварійних режимів.

Крутоспадні зовнішні характеристики джерела (див. рис. 3.2) формуються за допомогою системи керування тиристорами.

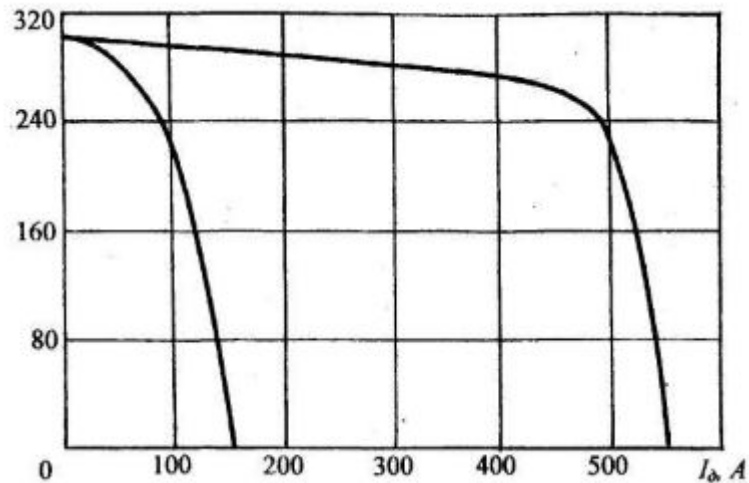


Рисунок 3.2 - Зовнішні характеристики АПР 402 [19]

3.2 Вибір режиму напилення

Вибраний порошок ПН75Ю23В призначений для плазмового напилення підшару покриття, а порошок ПР-Х18Н9 наноситься на штамп, як основне покриття, виробники цих порошків рекомендують такі режими для напилення: $I_{зв}=300-350\text{A}$; $U_{зв}=275-280\text{В}$; витрати газів: повітря 8,5-9,0 м³/год, пропан 1,4-1,5 м³/год.

3.3 Контроль якості напиленого шару

Контроль якості напиленого шару покриття проводиться на виявлення дефектів та визначення твердості шару покриття. Напилення зразків-свідків дозволяє визначити структуру напиленого шару та навколошовної зони. На поверхні нанесеного шару не повинно бути таких дефектів, як: тріщини, пористість, здуття, відшарування і т.д. Контроль здійснюється візуально. При виявленні дефектів, дефектну ділянку розточують за допомогою абразивного інструменту та проводять напилення покриття повторно.

3.4 Зміцнення штамів методом ЕІЛ

3.4.1 Обґрунтування вибору способу зміцнення

Спосіб ЕІЛ покриттів з твердосплавних і інших зносостійких матеріалів на металеву основу є способом для збільшення штампувальних властивостей і подовження терміну служби, а також значного зменшення витрат штампувальних інструментів. Нанесені твердосплавні покриття на робочі поверхні металообробного інструмента, що не переточуються; витяжні інструменти; вирубні штампи; прес-форми для металів і пластмас і ін., сприяють значному збільшенню поверхневої твердості робочої поверхні при збереженні в'язкості і вихідної структури основного матеріалу, у результаті чого підвищується їхня зносостійкість, і термін служби багаторазово збільшується в порівнянні з інструментами без покриттів, при однакових режимах штампування.

У залежності від конфігурації інструментів і форми робочих кромek, нанесення покриттів може відбуватися на торцеві поверхні вирубних штамів. Підлягаючому покриттю поверхні повинні бути добре відшліфовані, тому що клас шорсткості нанесеного шару знаходиться в прямої залежності від попереднього стану поверхні. Після нанесення покриття інструменти не потребують фінішної обробки.

Шляхом нанесення покриттів можливо також відновлення зношених інструментів, але так як в цих випадках товщина нанесеного шару значно більша, для цього необхідні більш грубі режими, відповідно поверхня виходить шорстка і потребує додаткової обробки [13] [9].

Вибір способу зміцнення та обладнання

Перевірка зносостійких покриттів робиться на поверхнях з найбільш інтенсивним навантаженням у зоні інтенсивного зносу. В залежності від конкретних умов роботи зносостійких покриттів для штампів здійснюється по їхніх пуансонах та матрицях тільки по торцевих поверхнях.

Для зносостійких покриттів на штампувальний інструмент із легованої інструментальної сталі рекомендується використовувати електроди, з однокарбідних стандартних твердих сплавів (BK20, BK15, BK6M, BK8 і ін.) і двохкарбідних сплавів (T15K6, T5K10 і ін.).

Товщина твердосплавних зносостійких покриттів, що гарантує дворазове збільшення зносостійкості інструменту, варіює від 4-10 мкм, і регулюється зміною параметрів режиму і його тривалості.

Необхідна ширина покриття в більшості випадків $B=1-4$ мм (робоча кромка інструментів).

Шорсткість зносостійких твердосплавних покриттів при правильно підібраних параметрах процесів, варіює в межах $Ra=1,25\div0,32$ і інструменти не мають потреби в додатковій обробці перед їхнім використанням.

Середня швидкість зносостійких твердосплавних покриттів на інструменти від 0,5 до 1,5 мм/с.

В таблиці 3.2 дані режими, що рекомендуються для твердосплавних зносостійких покриттів, зняті на базі основного матеріалу X12 і легуючого електрод з твердого сплаву BK20 діаметром 1 мм, що гарантують підвищення зносостійкості штампів [4] [13].

Таблиця 3.2 - Рекомендовані режими твердосплавних зносостійких покриттів на робочі поверхні металообробного інструмента

№ n/n	Тривалість імпульсів, Ті		Потужність заповнення τ		Частота f, кГц	Ємність, С		Струм корот. зам., Ік.з.		Швидкість, V мм/с	Шорсткість Ra, мкм	Товщина, δ мкм
	Позиція	Величина мкс	Позиція	Величина мкс		Позиція	Величина мкФ	Позиція	Величина, А			
1	1	3	2	0,2	66,66	4	0,68	10	16	0,5	1,27	4,0
2	1	3	2	0,2	66,66	4	0,68	8	12,8	0,5	1,05	4,0
3	2	5	2	0,2	40,0	4	0,68	10	16	1,0	1,15	4,0
4	2	5	2	0,2	40,0	5	1,00	2	3,2	0,5	1,05	4,0
5	2	5	2	0,2	40,0	5	1,00	6	9,6	0,5	1,28	4,0
6	3	8	2	0,2	25,0	4	0,68	2	3,2	0,5	0,95	4,0
7	3	8	2	0,2	25,0	5	1,00	10	16	1,0	1,35	4,0
8	4	12	2	0,2	16,7	3	0,47	8	12,8	0,5	0,90	4,0
9	5	20	2	0,2	10,0	2	0,22	10	16	0,5	0,95	4,0
10	5	20	2	0,2	10,0	4	0,68	6	9,6	0,5	1,30	5,0
11	5	20	2	0,2	10,0	5	1,00	10	16	1,5	1,30	5,0

У відповідність з конкретно оброблюваними деталями, рекомендується робити експериментальні перевірки й оптимізацію процесу. З цієї мети на зразки з необхідної інструментальної сталі, оброблені і відшліфовані, відповідно до вимог інструменту, наноситься покриття з обраного електродного матеріалу. Покриті зразки вивчають і роблять контрольні виміри для визначення шорсткості, товщини, мікротвердості. У залежності від отриманих результатів вимірів, визначають і здійснюють необхідний вибір параметрів режимів і швидкості нанесення покриття [13] [10].

3.4.3 Вибір устаткування для ЕІЛ

Устаткування для ЕІЛ з періодичним контактом електродів складається з двох основних частин: генератора імпульсів (блоку живлення) і пристрою для комутування розрядного ланцюга. У залежності від електричних параметрів генератора імпульсів установки поділяються на два типи: для "чистового" легування ($I_{к.з.} < 5-10 \text{ A}$) і "грубого" легування ($I_{к.з.} > 10-20 \text{ A}$). Конструкція, закріплення і подача пристрою для комутування розрядного ланцюга визначає ступінь механізації процесу: ручна або механізована [6].

Як уже відзначалося найбільше поширення одержали установки з ручним вібратором. Для ЕІЛ можна використовувати установки типу: Елітрон-14АМ; Елітрон-17М; Елітрон-21БМ; Елітрон-22А; Елітрон-22Б. Основні характеристики цих установок у (див. табл. 3.3). Для ЕІЛ обрано установку Елітрон-22А, технічні характеристики (див. табл. 3.4).

Принцип роботи установки полягає в тому, що в пристрій для електроіскрового легування, що включає джерело живлення, зарядно-розрядних ланцюг, накопичувальний конденсатор, включений паралельно електроду-інструменту, схему управління і вібратор (ручному електродотримачі), в зарядний ланцюг введений симистор з вузлом управління напругою, що подається на нього, що включає конденсатор, випрямляч з транзистором і потенціометром; крім того, в схему введені вузол приводу електродотримач, що складається з мостового випрямляча і діодного випрямляча з керованими тиристорами, які за допомогою перемикача режимів пов'язані з вібратором, а також вузол управління частотою вібрації і частотою імпульсів технологічного струму, що включає симетричний мультівібратор з потенціометром, і який пов'язаний з одного боку з керованими тиристорами вузла приводу електродотримач і з іншого боку з керованими тиристорами зарядно-розрядної ланцюга.

Перевага запропонованого пристрою полягає в тому, що в запропоновану схему введені: симистор з вузлом управління, вузол приводу електродотримача, вузол управління частотою вібрації і частотою імпульсів технологічного струму, що забезпечують асинхронну роботу комутуючих елементів в оптимальній послідовності по сигналу з робочого електрода, зміна частоти проходження імпульсів від 100 до 1200 Гц, розширення технологічних можливостей установки при ручному і механізованому варіантах робіт і можливість управління якістю утвореного покриття; підвищений ККД установки і знижені питомі енерговитрати на процес.

Ці переваги досягнуті за рахунок зменшення кількості електромеханічних деталей, таких як електромагнітні реле в вузлах управління і пакетні перемикачі, мають низькі показники надійності, що дозволяє поліпшити стабільність і надійність роботи пристрою в цілому. Пропоноване технічне рішення дозволить розширити діапазон можливих режимів обробки за рахунок зміни частоти обертання електродотримача і частоти вібрації ручного електродотримача (вібратора). Загальний вид установки (див. рис. 3.3) [24].

Таблиця 3.3- Характеристики установок для ЕІЛ типу Элитрон[26]

Технічні характеристики	Элитрон-14АМ	Элитрон-17М	Элитрон-21БМ	Элитрон-22А	Элитрон-22Б
Напруга живлення ($\pm 10\%$), В, при частоті 50 Гц	220	220	220	220	220
Споживча потужність, кВА	0,33	0,4	0,25	0,3 + 0,15	0,4+0,15
Товщина покриття, мкм	0,005-0,03	10-50	5-30	10-150	10-120
Висота мікронерівностей Ra, мкм	1,6-10,0	2,5-8	1,2-6	2,5-30	1,2-25
Максимальна продуктивність нанесення покриття без пропусків, см ² /мин *	3,0	2,5	2,5	6	6
Габаритні розміри генератора генератора, см	455x320x170	370x350x200	310x170x440	430x250x170 + 310x210 x200	170x250x430 + 310x210x200
Маса генератора, кг	25	20	20	20+8	17+8
Режим роботи	ручний	ручний і механізований	ручний	ручний	ручний
Основні області призначення установок	РІ, ШЛО, ЕК	РІ, ШЛО, ВІД, ЕК, ЕЕО	РІ, ШЛО, ЕК	РІ, ШЛО, ІГД, ВІД, ЕК	РІ, ШЛО, ІГД, ВІД, ЕК

Умовні позначення:

ВІД - відновлення і зміцнення деталей машин; РІ - зміцнення ріжучих інструментів; ШЛО - зміцнення штампів листового штампування; ІГД - зміцнення інструментів гарячого деформування металів і неметалів; ЕК - зниження перехідного опору електричних контактів; ЕЕО - електроерозійна обробка деталей (прошивка пазів, отворів і т. п.) [26].

Таблиця 3.4-Технічні характеристики установки для ЕІЛ Елитрон-22А[26]

Назва установки	"Элитрон-22А"
Живлення установки	220 В, 50 Гц
Споживча потужність	не більше 2,0 кВт
Частота вібрації леуючого електрода	100 - 600 Гц
Частота обертання	500-3000 об/хв
Робочий струм	от 1 до 60 А
Максимальна продуктивність	не меньше 5,0 см ² /хв
Максимальна товщина нанесеного шару	от 0,01 до 1,0 мм
Підключення до ЭВМ	є



Рисунок 3.3 - Загальний вигляд устаноки для ЕІЛ Елитрон-22А

З метою збільшення продуктивності процесу ЕІЛ, підвищення щільності і зменшення шорсткості шару, поліпшення умов праці і виключення фактору досвідченості оператора застосовується механізація процесу обробки. Найбільш простим прикладом механізації є закріплення пристрою для

комутування розряду (вібратора) у пристосуванні, що дозволяє обертати і переміщати деталь із пороговими швидкостями (у супорті токарного верстата). Наприклад, установка "Легітрон" виконана на базі токарно-гвинторізного верстата з висотою центрів 150мм. Призначена для поверхневого зміцнення деталей, що мають циліндричну і конічну форму. Подача легуючого електроду на деталь регулюється автоматично. Товщина зміцненого шару коливається в межах 0,02-0,12 мм. Установка дозволяє одержувати шорсткість обробленої поверхні до $R_z=1,2-2,0$ мкм. Продуктивність – 6 см²/хв.

Електрична схема установки Элитрон-22А (див. рис. 3.4) [24].

Пристрій працює наступним чином. При включенні пристрою в мережу, індикатором мережі служить лампа розжарювання 30, на вторинних обмотках трансформатора наводиться ЕРС. На виході випрямляча 3 встановлюється постійна напруга, яке можна регулювати потенціометром 22 від 0 до 96 В. Регулюючим елементом служить симистор 2. Регулювання напруги здійснюється шляхом зміни фазового кута ϕ , при якому відбувається відмикання ключа симистора, при переході напруги через "0". Накопичувальний конденсатор 4 через випрямляч 3 заряджається до напруги, що визначається положенням потенціометра 22. Напруга з накопичувального конденсатора 4 в залежності від положення перемикача 5 надходить на зарядні тиристри 6 і 7. Одночасно запускається вузол управління частотою вібрації і частотою імпульсів технологічного струму, виконаний у вигляді симетричного мультівібратора 23, на першому виході якого, в точках 3, 4, 9, 10, 13, 14, встановлюється напруга високого рівня, яке надходить на керуючі електроди тиристорів в 25, 6 і 7, а на другому виході мультівібратора, в точках 5, 6, 7, 8, 11, 12, встановлюється напруга низького рівня, яке надходить на керуючі електроди тиристорів 26, 13, і 14. Через певний час відбувається перемикання мультівібратора, і на першому виході встановлюється напруга низького рівня,

а на другому виході напруга високого рівня. Процес перемикавання мультівібратора періодичний і регулюється потенціометром 24 з частотою перемикання від 100 до 1200 Гц. При контакті електродів 12 і 18 енергія передається в навантаження, так само як при заряді струмом по контуру: зарядний тиристор 6 (7), робочі ємності 8 (9), діод 15 (16) і між-електродний проміжок; так і при розряді робочих ємностей по контуру робочі ємності 8 (9), розрядний тиристор 13 (14), між-електродний проміжок і діод 10 (11). Процес проходження електричних імпульсів із заданою частотою і напругою в між-електродному проміжку між електродами 12 і 18, а значить, і процес масо-переносу буде повторюватися до розведення електродів 12 і 18 на величину, що перевищує пробою. Вузол приводу електродотримача(вібратора) включається в роботу одночасно з включенням пристрою в мережу і положенням перемикача 33 забезпечує живлення або приводів електродотримача для механізованої роботи, або вібратора установки в ручному режимі. У першому випадку на виході випрямляча 27 встановлюється напруга, яке через фільтруючий конденсатор 28 і регулює потенціометр 29 подається до приводу електродотримача; регулювання частоти обертання двигуна електродотримач 17 забезпечується потенціометром 29. У другому випадку напруга від одно-півперіодного випрямляча на діод 30, фільтруючого конденсатора 31, керованих від мультівібратора 23 тиристорів 25 і 26 і потенціометра 29 подається в котушку вібратора 17 до встановленої регульованою частотою потенціометром 24. Конденсатор 32 забезпечує затримку спрацьовування вібратора після проходження електричного імпульсу з анода 18 на катод 12.

режим обробки залежить від габаритних розмірів і конструкції штампів. Зміцнення різальних інструментів методом КІБ на установках типу “Булат” буває малоефективне, при обробці алюмінієвих сплавів і жароміцних сталей.

Двох, трьох кратне підвищення стійкості різальних інструментів, при обробці зазначених матеріалів, відбувається після ЕІІ інструментів на установках Элитрон-22А.

На установках Элитрон-22А можливо зміцнення кінцевих фрез, свердел, мечиків; режими обробки залежать від габаритних розмірів інструментів [1][13][6].

3.5 Технологія зміцнення

Контроль за роботою зміцнених інструментів і штампів у виробничих умовах цеху, дозволив уточнити оптимальні рекомендовані параметри зміцнення, які відповідають 8 режиму ($f=16,7$ кГц; $C=0,47$ мкФ; $I_{к.з.}=12,8$ А; $V=0,5$ мм/с). На підставі уточнених даних по режимам обробки складена схема типового технологічного процесу на електроіскрове легування ріжучого інструменту на установці “Элитрон-22А”.

3.6 Контроль якості нанесеного шару покриття

Контроль якості нанесеного шару покриття проводиться робітником на виявлення дефектів та визначення твердості нанесеного шару покриття. На поверхні нанесеного шару не повинно бути таких дефектів: сколи, прижоги, тріщини, подряпини. Контроль здійснюється за допомогою лупи з зі збільшеною спроможністю ($4\div 10$) ГОСТ 8309-75. При виявленні дефектів, дефектну ділянку відшліфовують та проводять нанесення покриття знов. При цьому товщина повторно нанесеного шару не повинна перевищувати допустимі значення встановлені при виборі режимів нанесення покриття.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

4.1.1 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Для електроіскрового легування характерні такі шкідливі і небезпечні фактори:

- інтенсивне випромінювання оптичного діапазону (інфрачервоне, видиме й ультрафіолетове);
- небезпека ураження електричним струмом;
- вплив газів і аерозолів;
- краплі розплавленого металу;
- проникаюча радіація при застосуванні катодів, електроди які вміщують вольфрам;
- інтенсивне утворення оксиду азоту й озону.

При електроіскровому легуванні в зону дихання працюючих можуть потрапляти аерозолі, які містять у складі твердої фази оксиди марганцю, хрому, нікелю, міді, титану, алюмінію, заліза, вольфраму тощо. Кількість, склад і токсичність аерозолів залежать від хімічного складу розпилюваних матеріалів і виду технологічного процесу.

Інтенсивність випромінювання дуги при електроіскровому легуванні в оптичному діапазоні та його спектр залежать від потужності дуги, матеріалів, що застосовуються. Через відсутність захисту можливі пошкодження органів зору (електрофтальмія, катаракта, тощо) та опіки шкіряного покриву, негативний вплив на здоров'я може справляти інфрачервоне випромінювання

попередньо підігрітих виробів, нагрівальних пристроїв (порушення терморегуляції, теплові удари).

Джерелом підвищеного шуму є генератор живлення.

До небезпечних виробничих факторів відносять: вплив електричного струму, випромінювання дуги, механізми і вироби, що рухаються.

Причиною ураження електричним струмом може бути дотик до відкритих струмоведучих частин, які перебувають під напругою: до знеструмлених струмоведучих частин, на яких напруга виникає випадково; до неструмоведучих частин, що виявилися під напругою через дефекти ізоляції; ураження електричною дугою і кроковою напругою.

Застосування дуги під час електроіскрового легування не лише створюють можливість опіків, а й підвищують небезпеку виникнення пожежі.

Машини, механізми, вироби, що рухаються, через відсутність захисних пристроїв можуть призвести до травмування робітників[28].

4.1.2 Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання

Незважаючи на різноманітність конструкцій, типів та інших параметрів обладнання, існують деякі загальні вимоги, дотримання яких при конструюванні обладнання дає змогу забезпечити безпеку його експлуатації.

Безпека виробничого обладнання забезпечується правильним добром принципів дії, конструктивних схем, робочих процесів, максимального використання засобів механізації, автоматизації та дистанційного управління; застосування в конструкціях спеціальних захисних пристроїв виконання ергономічних вимог.

Обладнання повинно бути вибухо- та пожежобезпечним і не забруднювати навколишнє середовище [28].

Вимоги до основних елементів конструкції:

- обладнання має постачатися за необхідними технічними засобами безпеки;

- рухомі частини, які спричиняють небезпеку, - забезпечені засобами захисту (за винятком частин, загорода яких не допускається через їх функціональне призначення, - в таких випадках застосовують спеціальні заходи щодо захисту);

- обладнання не повинно служити джерелом постачання в робочу зону шкідливих речовин, випромінювання, теплоти, вологості, значення яких перевищують гранично допустимі рівні. Для вилучення шкідливих вибухо- та пожежонебезпечних речовин необхідно передбачити спеціальні пристрої;

- елементи обладнання, з якими може контактувати людина, не повинні мати гострих країв, кутів, нерівних і горючих поверхонь.

Обладнання повинно мати засоби сигналізації, які б реагували на порушення нормального режиму роботи, а в разі необхідності засоби автоматичного зупинення, гальмування й вимкнення від джерел енергії.

З метою запобігання небезпеки при раптовому вимиканні джерел енергії всі робочі органи, захоплювальні, стиснювальні і підіймальні пристрої обладнання та їх приводи мають бути забезпечені спеціальними захисними засобами. Необхідно запобігати можливості самовільного вмикання приводів робочих органів при відновленні подачі енергії.

Конструкція повинна забезпечувати захист від враження електричним струмом.

Вимоги до органів управління:

- управління однорідним обладнанням має бути уніфікованим, а напрям переміщення органів управління (штурвалів, маховичків, педалей);

- відповідати встановленим вимогам (у всіх можливих випадках напрям переміщення органів управління повинен бути природно пов'язаним напрямом переміщення робочих органів);

- органи управління завдяки своїй конструкції (блокуванням) повинні запобігати неправильній послідовності операцій або мати схеми і надписи, що наочно вказують правильну послідовність операцій.

- органи аварійного вимкнення повинні бути червоного кольору, мати вказівники, які полегшують їх пошук, надписи щодо призначення та бути наочними для обслуговуючого персоналу.

Вимоги до засобів захисту:

- обладнання не повинно функціонувати при вимкнених або несправних засобах захисту;

- засоби захисту мають, безперервно виконувати свої функції або спрацьовувати при виникненні небезпеки або наближенні людини до небезпечної зони. Відмова окремих елементів захисних засобів не повинна припиняти їх захисної дії або створювати якусь додаткову небезпеку;

- засоби захисту повинні бути легкодоступними для обслуговування і контролю та мати за необхідністю пристрої автоматичного контролю;

- усі пристрої, що можуть зніматися та бути відкритими, повинні забезпечуватися засобами, які б виключали це.

4.2 Вибір засобів індивідуального захисту

Спецодяг, спецвзуття, засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) органів дихання, очей, голови повинні видаватися відповідно до типових галузевих норм. ЗІЗ слід добирати з урахуванням конкретних умов праці, наявності тих чи інших небезпечних виробничих факторів: спецодяг - залежно від умов праці

при електроіскровому легуванні. Засоби індивідуального захисту для даного способу подані у таблиці 4.1

Таблиця 4.1 Засоби індивідуального захисту

Спосіб зміцнення	Умови праці	Призначення спец. одягу	Рекомендовані типи спеціального одягу	Група спец. одягу
Електро-іскрове легування	Виробниче приміщення	Захист від виробничих забруднень та механічних пошкоджень	Робочий халат	ЗА

Для захисту органів зору, установка для електроіскрового легування укомплектовується захисним світлофільтром.

Для сили струму < 180 А вибираємо світлофільтр С-4[28].

4.3 Мікроклімат

Мікрокліматичні (метеорологічні) умови — параметри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні або в зоні обслуговування та на постійних робочих місцях, встановлені відповідними нормами. В основу принципів нормування параметрів мікроклімату покладена диференційна оцінка цих величин в залежності від теплової характеристики виробничого приміщення, категорії робіт за ступенем важкості та періоду року.

Оптимальними (комфортними) мікрокліматичними умовами вважаються такі умови, при яких має місце найвища працездатність і хороше самопочуття. Допустимі умови передбачають можливість напруженої роботи механізму терморегуляції, що не виходить за межі можливостей організму, а також дискомфортні відчуття.

Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні дотримуватись:

– в холодний період року при всіх станах зовнішнього повітря від розрахункових параметрів А або Б (залежно від призначення систем вентиляції або кондиціонування повітря) до зовнішньої температури $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$;

– температури $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище до розрахункових параметрів А для теплого періоду року.

Допустимі параметри повітря всередині виробничих приміщень для теплого періоду року обов'язкові для всіх параметрів А (середня температура о 13 годин найбільш теплого місяця) не перевищує $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Параметри мікроклімату (ДСН 3.3.6.042-99) наведені в таблиці 4.2

Табл. 4.2 Параметри мікроклімату

№ п/п	Місце проведення вимірів	Категорія робіт по важкості ккал/год	Період року	Час виміру	Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с		Теплове випромінювання			Примітки
					виміряна	допустима по нормам	виміряна	допустима по нормам	виміряна	допустима по нормам	найменування джерела тепловипромінювання	відстань від джерела в см	Показування радіометра Вт*м ² Ф/Н	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Установка на базі ЭЛФА-512	ІІб	холодний	ранок	12	15-21	77	75	0,3	0,4	дуга	150	80/140	Вентиляція місцева Водяне опалення
	Операція напilenня штамп. Робоче місце зварювальника біля установки.	220		день	14	15-21	77	75	0,3	0,4			90/140	

Вага виробу складає менше 10 кг, переміщення виробу відбувається як автоматизовано, так і вручну, це відповідає ІІ категорії робіт.

Встановлена витяжна вентиляція створює неблагоприємні параметри мікроклімату, згідно ДСН 3.36.0.42-99 вони виходять за межі допустимих. Для покращення мікроклімату мною пропонується встановити ще і припливну вентиляцію. Подача підігрітого повітря відбувається в нижчу зону приміщення. Умови праці згідно 3-го класу 1-го ступення [28].

4.4 Запиленість та загазованість

Незалежно від кліматичних умов у робочій зоні виробничого приміщення вміст шкідливих речовин не повинен перевищувати ГДК

Основним шкідливим фактором при напиленні є: забруднення повітря шкідливими аерозолями. При електроіскровому легуванні в зону дихання працюючих можуть потрапляти зварювальні аерозолі, які містять у складі твердої фази окисли різноманітних металів, основні з них (марганець), а також токсичні гази (озон, оксид вуглецю).

Марганець у зварювальному аерозолі - утворюється при електродугових технологіях з сталями в складі яких він є . Потрапляючи в організм людини через органи дихання чи травлення, окисли марганцю викликають хронічні, а при високих концентраціях і гострі отруєння. Вони уражають центральну нервову систему, викликаючи в ній важкі органічні зміни. Крім того, зміни виникають у легень, печінки. Характерні ознаки отруєння: головний біль, запаморочення, печія, болі в кінцівках. Гранично припустима концентрація марганцю і його з'єднань у перерахуванні на окис марганцю в робочій зоні виробничого приміщення не повинна перевищувати $0,2 \text{ мг/м}^3$ повітря, при концентрації 10 мг/м^3 уже можливі гострі отруєння.

Озон - газ, утворюється в місцях електричних розрядів під дією ультрафіолетових променів при електродуговому зварюванні. Перевищення припустимої концентрації впливає на органи дихання. Найбільш характерні ознаки отруєння: сухість у роті, загрудні болі, кашель, печіння в шлунку. Токсичність озону сильно підвищується при наявності в повітрі азоту: спільні їхні дії на організм у багато разів сильніше, ніж порізно.

У всіх виробничих та допоміжних приміщеннях необхідно передбачити вентиляцію. Основне завдання вентиляції — вилучити із приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже, тобто забезпечити в приміщеннях метеорологічні умови (температуру, відносну вологість та

швидкість руху повітря), що відповідають нормативним вимогам, а також виключити можливість вмісту в повітрі шкідливих речовин, які перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК).

Характерний ефект сумарної дії шкідливих факторів, розраховується за такою формулою:

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{Ci}{ПДК_i} \right) \leq 1,$$

де C_i – фактична концентрація i – ї шкідливої речовини в повітрі робочої зони, мг/м³.

Враховуючи умови роботи напилання, концентрація шкідливих газів, пилу та випарів складає 26,4 мг/м³.

$$\sum_{i=1}^h \left(\frac{Ci}{ПДК_i} \right) = \frac{26,4}{1*9} = 2,9 > 1.$$

Дане вирішення показує про необхідність очищення повітря робочої зони. Це досягається за рахунок запровадження місцевого відсмоктувача.

Для електроіскрового легування застосовуються місцева витяжна вентиляція. Вона дає змогу вловлювати шкідливі речовини безпосередньо у місцях їх виділення.

Схема вентиляції яка використовувалася показана на (рис. 4.1) Для покращення мікроклімату на робочому місці запропоновано поліпшену схему вентиляції: припливну з калорифером з повітрообміном рівній витяжці (рис.4.1). В теплий період року можливо знехтувати припливом [28].

Таблиця 4.3 Параметри роботи відсмоктувача

Вид процесу	Назва технологічного обладнання	Тип місцевої вентиляції	Об'єм відсмоктуючого повітря, м³/год	Опір відсмоктувача, мм.вод.ст.	Швидкість всмоктування, м/с
електро-іскрове нанесення покриттів	Установка електро-іскрового нанесення покриттів Элитрон-22А	Камера	3000	1,5	1,3-1,35

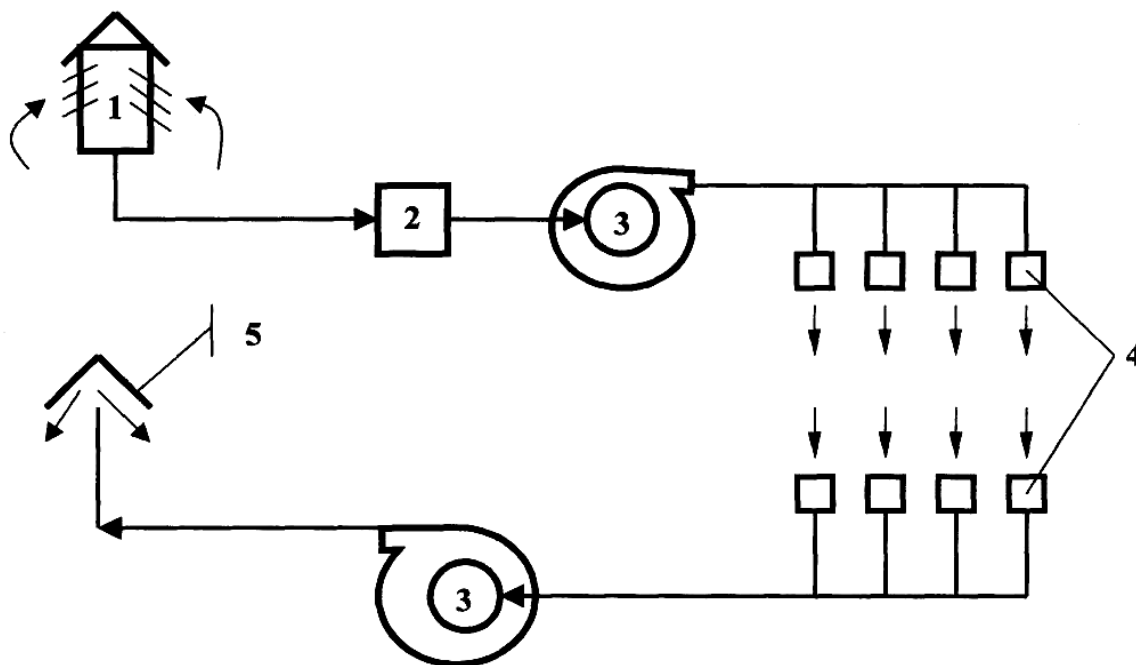


Рисунок 4.1 – Запропонована схема вентиляції

1. Повітроприймальник
2. Калорифер КФС №6
3. Вентилятор Ц 470 №3.2 (електродвигун серії А02, потужність двигуна 1,5 кВт)
4. Насадки (припливні, витяжні)
5. Витяжна шахта

4.5 Освітлення приміщення

4.5.1 Природне освітлення

На нашому робочому місці природне освітлення - одnobічне бокове.

Вікна виходять на захід.

Установка розміщена на відстані 2-х метрів від вікна.

Розряд роботи зору - IV середньої точності, найменший розмір об'єкту огляду 0,5 - 1 мм, $e_m=0,9$, $e_m^{IV}=0,9 \times 0,9 \times 0,85=0,68\%$;

4.5.2 Штучне освітлення

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщень у темний період доби. Від того, наскільки кваліфіковано воно спроектоване залежить безпека праці та самопочуття працівників, продуктивність їхньої праці та якість продукції. Відомо, що раціонально виконане штучне освітлення приміщень при одній і тій же витраті електроенергії підвищує продуктивність праці на 15—20%. Разом з тим неправильно вибране та недостатнє освітлення робочих місць може бути причиною функціональних зорових порушень у працівників.

Загальне освітлення (незалежно від системи освітлення) повинно відповідати встановленим нормам стосовно нерівномірності освітлення в зоні розміщення робочих місць. Підрозряд роботи зору - б (фон середній, контраст об'єкта з фоном -малий); Висота будівлі 3,5 м.

Штучне освітлення здійснюється лампами освітлення люмінісцентного типу ЛД 40. Технічні характеристики люмінісцентної лампи ЛД 40 наведені в таблиці 4.4[28].

Таблиця 4.4 Технічні характеристики люмінісцентної лампи ЛД 40

Потужність,Вт.	Напруга мережі на лампі, В.	Світловий потік номінальне, лм.	Колірна температура, К
40	220	2340	4000

Середній потік лампи нестабільний в світловому потоці тому приймаємо світловий потік рівний 2100 лм. Визначемо кількість ламп на дільниці.

Світильнику типу ЛП 002- 4ч40/ И-02 з чотирма лампами ЛД 40, кожна знаходиться на висоті 3,5 метра над робочою поверхнею. Коефіцієнт запасу 1,8. Побілка в приміщенні дільниці світла ($p_{ст} = 70\%$, $P_{стши} = 50\%$, $P_{підл} = 10\%$).

Табличне значення відповідає освітленості 100 лк, нормована освітленість становить 200 лк.

- обмеження прямої блискучості за рахунок добору конструкції світильників;
- очищення світильників, вікон від забруднень один раз на 3 місяці;
- фарбування стін титановими або цинковими білилами з високим коефіцієнтами відбивання для видимого світла за низьким коефіцієнтом для ультрафіолетових променів[28].

4.6 Шум і вібрація

В наш час експлуатація переважної більшості технологічного обладнання, енергетичних установок, машин та механізмів пов'язана з виникненням шумів та вібрації різної частоти та інтенсивності, котрі справляють несприятливий вплив на організм людини.

Шум може тимчасово активізувати або постійно пригнічувати психічні процеси організму людини. Фізіо- та біологічні наслідки можуть проявлятися у формі порушення функцій слуху та інших аналізаторів, зокрема вестибулярного апарату, координуючої функції кори головного мозку, нервової системи, систем травлення і кровообігу.

Встановлено, що втрата слуху настає при впливі шуму в діапазоні частот 3000—6000 Гц, а порушення розбірливості мови — при частотах 1000—2000 Гц. Найбільша втрата слуху має місце протягом перших десяти років роботи і з плином часу ця небезпека зростає.

Несподівані та імпульсні шуми можуть викликати переляк та неадекватну поведінку. Постійний шум може справляти певну дію на сенсорні функції знижуючи, наприклад, швидкість руху очей, звуження поля зору, викликаючи зміну кольорового сприйняття, порушення рівноваги, втрату больової чутливості.

Індивідуальні особливості людини, пов'язані з різними психологічними реакціями на вплив шуму, суттєво впливають на його сприйняття.

Шум не лише погіршує самопочуття людини і знижує продуктивність праці на 10—15%, але нерідко призводить до професійних захворювань.

Матеріальні збитки від цих захворювань значно більші, ніж від інших професійних захворювань. У зв'язку з цим боротьба з шумом має не лише санітарно-гігієнічне, але й велике техніко-економічне значення.

Все це переконує в необхідності розробки комплексу інженерно-технічних та організаційних заходів щодо зниження шуму до нормативних значень.

Джерелами шуму на ділянці, що аналізується, є плазмовий розпилювач, джерело живлення. За часовою характеристикою шум є постійний. Спектр шуму визначається згідно ДСН-3.36.037-99.

Рівень звуку при роботі установки 4 год. та допустимому значенні 80 дБ, згідно ДСН-3.36.037-99 про розрахунок еквівалентного рівня звуку дорівнює : $100 - 4,2 = 95,6$ дБ.

Одже виробничий шум перевищує припустимий, тому проводиться захист.

Для захисту від шуму передбачаємо використання активних трубчастих глушителів абсорбційного типу для облицювання звукопоглинаючим

матеріалами (ЗПМ) внутрішню поверхню захисної камери $a = 0,98$ при $f = 1000$ Гц, $\sigma = 80$ мм для глушіння шуму НЧ, $\sigma = 30$ мм для шуму ВЧ.

Джерелами вібрації в приміщеннях є машини з обертовими частинами (вентиляторні, насосні установки, електродвигуни, компресори тощо). В таких машинах виникають незрівноважені сили, котрі передаються будівельним конструкціям, викликаючи їх вібрацію.

Вібрації будівельних конструкцій є причиною шуму в суміжних приміщеннях. Тому розташування інженерного обладнання в приміщеннях вимагає вживання заходів щодо зниження вібрації будівельних конструкцій до величин, котрі забезпечують допустимий рівень шуму в приміщеннях.

Найбільш ефективним та технічно доцільним методом зниження вібрації будівельних конструкцій є зниження незрівноважених сил, тобто динамічних навантажень, котрі створюються машинами.

Динамічні навантаження, котрі виникають в машинах, можуть бути знижені наступними шляхами:

- ретельним динамічним балансуванням обертових частин агрегатів;
- центруванням муфтових з'єднань вентилятора або насоса з електродвигуном;
- ліквідацією перекосів та великих зазорів у підшипниках;
- надійним закріпленням рознімних частин обладнання (кришок підшипників, з'єднувальних фланців трубопроводів тощо).

Обладнання, яке створює значні динамічні навантаження, рекомендується встановлювати на окремих фундаментах, не пов'язаних з каркасами будівель або в підвальних поверхах.

Якщо неможливо забезпечити необхідне зниження шуму, котрий виникає при роботі машин, за допомогою наведених вище методів, тоді необхідно вдатись до віброізоляції.

4.7 Електробезпека

Основними причинами ураження електричним струмом можуть бути Дотикання до відкритих струмоведучих частин або струмопровідних неструмоведучих елементів обладнання, які опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції або з інших причин; напруга кроку; ураження через електричну дугу.

Тому відповідно до ДНАОП 0.00-1.21-98 та ДНАОП 0.00-1.32-01 для забезпечення електробезпеки передбачають: установку ізоляційних огорожень та інших засобів, що забезпечують недоступність струмоведучих частин; використання основних захисних ізоляційних і допоміжних засобів; надійна ізоляція струмових частин від випадкового дотику рук робітника до виробу. Опір ізоляції окремої ділянки мережі не менш ніж 0,5 мОм[28].

4.7.1 Заземлення

1. У відповідності до правил будови електроустановок встановлюється значення опору заземлення $K_3 = 4 \text{ Ом}$,

2. Розрахунок ведеться для умови відсутності природних заземлювачів,

3. Визначається питомий опір ґрунту, при цьому враховується коеф. сезонності, якій залежить від виду заземлювача і кліматичної зони. Більшість регіонів України відносяться до третьої зони для якої $k_s = 1,4 - 1,6$ (при використанні стрижневих електродів довжиною 2-3 м і закладання 0,5-0,8 м) і $k_s = 2,0-2,5$ (при використанні горизонтальних заземлювачів і заглибленні їх вершини 0,8м)[28].

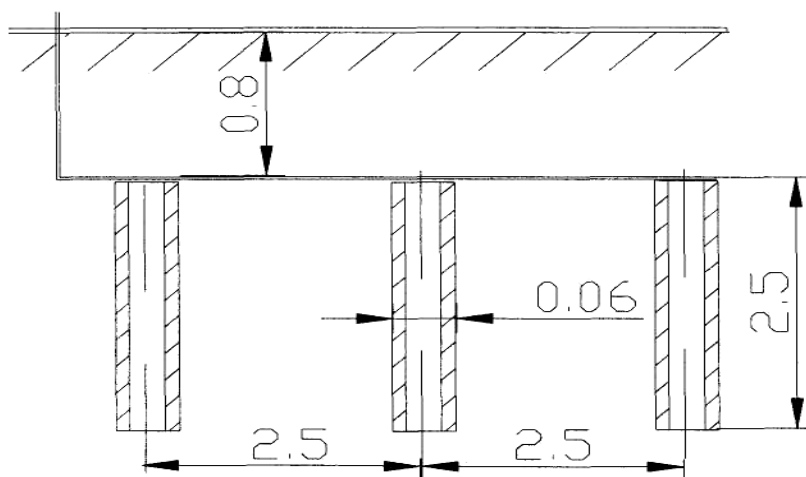


Рисунок 4.2 Схема заземлення

4.8 Інженерні вирішення для забезпечення безпеки обладнання (технічного процесу, дільниці, цеху тощо) та запобігання дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів

4.8.1 Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання

Незважаючи на різноманітність конструкцій, типів та інших параметрів обладнання, існують деякі загальні вимоги, дотримання яких при конструюванні обладнання дає змогу забезпечити безпечну його експлуатацію.

Безпеку виробничого обладнання забезпечується правильним добором принципів дії, конструктивних схем, робочих процесів, максимального використання засобів механізації, автоматизації та дистанційного управління; застосування в конструкціях спеціальних захисних пристроїв виконання ергономічних вимог. Обладнання повинно бути вибухонебезпечним і не забруднювати навколишнє середовище [28].

4.8.2 Вимоги до засобів захисту

Обладнання не повинно функціонувати при вимкнених або несправних засобах захисту;

Засоби захисту мають безперервно виконувати свої функції, або спрацьовувати при виникненні небезпеки або наближенні людини до небезпечної зони;

Повинні бути легкодоступні для обслуговування і контролю.

Робітники повинні використовувати засоби індивідуального захисту:

- спецодяг ДСТУ 7239:2011;
- спеціальні рукавиці ДСТУ EN 420-2017;
- ручні або наголовні щитки із світлофільтрами С4;
- спеціальне взуття типу Ен.

Для захисту людей, не пов'язаних з напильням, робоче місце повинно бути огороженим екранами і ширмами висотою не менш 1,6 мм. Підлеглі зварника, які знаходяться недалеко від місця напильня, або працюючі в недостатньо огорожених місцях зварювання, повинні використовувати відкидні маски і спецодяг. Підлога в приміщенні, де проводяться роботи, повинні бути виконані із негорючих матеріалів. Об'єм промислового приміщення на одного робітника не менш 15 м³, а площа не менше 4,5 м², включаючи площу, яку займає обладнання і проходи[28].

4.8.3 Вимоги безпеки для виробничих процесів

Вимоги безпеки до виробничих процесів повинні задовольняти вимогам безпеки.

Основні напрямки забезпечення безпеки технологічних процесів:

Заміна технологічних процесів і операцій, що супроводжуються шкідливими і небезпечними факторами, на процеси, де дія цих факторів усунена чи зведена до мінімуму;

Використання комплексної механізації, автоматизації, та дистанційного управління, коли шкідливі та небезпечні фактори усунути неможливо;

Якісна герметизація виробничого обладнання;

Застосування систем контролю та управління, які б забезпечували захист працюючих і здійснювали аварійне вимикання обладнання;

Застосування систем аварійної сигналізації;

Використання у виробничому процесі матеріалів, що відповідають вимогам гігієни, санітарії та пожежобезпеки.

Місця, де відбуваються технологічні процеси, пов'язані з високим рівнем шуму повинні покриватися звукоізолюючими кожухами.

Для зменшення виділення шкідливих речовин поверхню обробляємих виробів необхідно зачистити в радіусі не менш ніж 100 мм від місця наплавлення.

Від теплового випромінювання необхідно застосовувати екранування джерел випромінювання; кабінки або поверхні з радіаційним охолодження, повітряні душі[28].

4.8.4 Вимоги до вентиляції

Системи вентиляції повинні забезпечувати у цехах і на ділянках метеорологічні умови, а також вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони у відповідності з ДБН В.2.5-67:2013.

За допомогою загальнообмінної вентиляції концентрацію забруднень у робочій зоні наплавлення знизити неможливо. Тому слід використовувати місцеві відсмоктувачі. При утворенні високотоксичних речовин праця без місцевої вентиляції недопустима. Усмоктувальні отвори мають бути розташовані якомога ближче до місця обробки. Якщо технологічний процес не

дозволяє розташувати приймач шкідливих речовин поблизу джерела забруднення, то слід поєднувати відсмоктування з загальнообмінною вентиляцією, повітряними душами або подачею чистого повітря. Вибираємо найбільш поширений місцевий відсмоктувач – зонт.

Витрату повітря (м³/год) для місцевого відсмоктування визначають за формулою:

$$L = 3600 \times F \times V ,$$

де L – об'єм відсмоктувального повітря із зони напilenня, м³/год;

F – площа всмоктувального отвору, яка залежить від конструкції приймача шкідливих речовин, м²;

V – швидкість руху повітря у цьому отворі, м/с, залежить від заданої швидкості повітря V_x у зоні напilenня на відстані x від центру всмоктувального отвору.

Виходячи з того, що швидкість руху повітря в зоні напilenня не може перевищувати 0,3 м/с:

$$\frac{V_{BB}}{V_O} = 0,16 \times \frac{2 \times B_O}{x}$$

де V_{BB} = V_x = 0,3 м/с;

V_O – швидкість повітря у відсмоктуючому отворі, м/с

B_O – сторона відсмоктуючого отвору, м;

Приймаємо B_O = 0,6 м.

X – відстань від відсмоктуючого отвору до зони виникнення шкідливих речовин, м.

Приймаємо x = 0,8м.

Тоді:

$$\frac{V_{BB}}{V_O} = \frac{0,16 \times 0,6 \times 2}{0,8} = 0,24$$

$$V_0 = \frac{V_{\text{вв}}}{0,24} = \frac{0,3}{0,24} = 1,25 \text{ м/с.}$$

Тоді:

$$L = (0,7 \times 0,7) \times 1,25 \times 3600 = 2205 \text{ м}^3/\text{год.}$$

4.9 Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

До видів небезпеки, що можуть статися на виробництві, належать: пожежа; вибух (усередині обладнання, будівлях або навколишньому середовищі); розрив або зруйнування обладнання; викид шкідливих речовин; сполучення перелічених видів небезпеки. З метою запобігання виникненню та ліквідації надзвичайних (аварійних) ситуацій на підприємстві має бути план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій у відповідності до положення. Під час аналізу небезпеки підприємства (об'єкта) потрібно визначити всі можливі аварійні ситуації і аварії, в тому числі й малоймовірні, з катастрофічними наслідками, які можуть виникати на підприємстві, розглянути сценарії їхнього розвитку і оцінити наслідки. Виявлення можливостей і умов виникнення аварій має виконуватись на основі аналізу особливостей роботи як окремого обладнання (апаратів, машин тощо), так і їх групи (технологічних блоків), а також з урахуванням небезпечних властивостей речовин і матеріалів (вибухо-та пожежонебезпечних і шкідливих), що використовуються у виробництві. При цьому слід враховувати параметри стану речовин (температура, тиск, агрегатний стан тощо) і стан обладнання, які відповідають як нормальному технологічному режиму, так і режимам, які можливі при настанні й розвитку аварії[28].

4.9.1 Пожежна безпека

Згідно з НАПБ Б.03.002-2007 приміщення, у яких виконуються зварювальні роботи, за вимогами вибухо-пожежної небезпеки належить до категорії Г (негорючі речовини й матеріали у гарячому, розжареному, розплавленому станах, процеси обробки яких супроводжуються виділенням променистої теплоти, іскор та полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються чи утилізуються у вигляді палива). Згідно з ДНАОП 0.00-1.21-98 та ДНАОП 0.00-1.32-01 у приміщенні виділяється зона II-Па, де обертаються тверді горючі речовини. Категорія за БЕМЗ (безпечний експериментальний зазор між фланцями оболонки, мм) – ПА ($> 0,9$ мм). Група вибухобезпеки сумішей (за температурою самозапалювання) – ТІ (ТС) В > 450 °С. Ступінь вогнестійкості будівлі – І (не допускається поширення вогню на основні будівельні конструкції), мінімально допустиме обмеження вогнестійкості – 2,5 год, максимально допустиме обмеження поширення вогню для внутрішніх стін – 25 см. Клас пожежі – Е (пов'язаний з аваріями електроустановок) наведено в таблиці 8.1. Пожежна безпека забезпечується:

- запобігання спалаху ізоляції при КЗ за рахунок максимального струменевого захисту;
- запобігання утворення горючого середовища за рахунок надійної герметизації обладнання, обмеженням застосування і зберігання горючих і вибухонебезпечних речовин;
- застосування пожежної сигналізації з датчиком (ИДФ-І, ДПД і др.);
- використання вогнегасників (клас пожежі В): ОХП-10, ОХВП-10, ОВП-7, ОХ-7, ОП-10А; для класу пожежі Е вогнегасники типу УО, ОП-10А (вибрати тип і кількість відповідно до НАПБ Б.03.002-2007. При організації технологічного процесу дотримуються усіх вимог електростатичної іскробезпеки. Передбачається також аварійне зливання пожежонебезпечних рідин, аварійне втручання горючих газів із апаратури. Рекомендована періодична очистка робочого місця цеху, апаратури від горючих відходів, відкладання пилу, вилучення пожежонебезпечних відходів виробництва, заміна ЛВЖ і ГЖ на пожежонебезпечні технічні миючі засоби. Передбачено пристрої, які

забезпечують обмеження поширення пожежі (описати конкретно). Характеристика горючого середовища-тверді горючі речовини (дерево, папір, текстиль тощо) ГР та плавильні матеріали (мазут, гас, спирти, лаки, синтетичні матеріали) ГГ (H_2 , C_2H_2 , інші вуглеводні тощо) Metали та їх сплави (K, Na, Mg) Електроустановки Вогнегасні засоби Усі види (передусім – H_2O) Розпилена H_2O , піни, галоїдовуглеводні (хладони), порошки Газові сполуки: інертні – N_2 , CO_2 , галоїдовуглеводні, порошки (H_2O – для охолодження) Порошки (спокійна подача на поверхню горіння) CO_2 , порошки, галоїдовуглеводні Приміщення обладнується засобами колективного та індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі та протидимного захисту. Тип виконання електрообладнання в приміщенні повинен відповідати класу зони пожежо- та вибухобезпечності. На дільницях виробничого приміщення, де застосовується зварювання, передбачаємо встановлення протипожежних щитів, укомплектованих вуглекислотними вогнегасниками, баграми, ломами, відрами, сокирами. Біля щитів передбачаємо наявність ящиків з піском, сухість якого регулярно перевіряється. Для гасіння можливих пожеж передбачаємо також використання азбестових покривал. Для автоматичного виявлення пожеж в виробничому приміщенні, в якому виконується зварювання, передбачаємо наявність датчиків, які своєчасно сповіщають про виниклу пожежу і дають команду на вмикання автоматичної системи гасіння пожежі[28].

4.9.2 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

У випадку пробою електричної напруги на корпус зварювального агрегату необхідно відключити рубильник і довести до відома про це майстра або начальника дільниці. У випадку потрапляння кого-небудь під напругу, необхідно відключити зварювальний агрегат від мережі, покласти потерпілого на дерев'яний настил, підклавши під голову ватник, викликати лікаря за телефоном 103 і, якщо це необхідно, зробити пострадалому штучне дихання. У випадку загорання зварювального агрегата необхідно відключити рубильник і

приступити до гасіння пожежі за допомогою вогнегасника. Кожен робітник і службовець, що виявив пожежу або загорання, зобов'язаний: – негайно сповістити про це в заводську пожежну охорону за телефоном 101; – приступити до гасіння вогню пожежі наявними в цеху (на ділянці) засобами пожежогасіння [28].

5 Стартап-проект

«Технологія нанесення покриття на штамп комбінованою обробкою »

5.1 Опис ідеї проекту

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

Таблиця 5.1.Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення більш продуктивного обладнання для нанесення комбінованого покриття на штамп	Застосування для обробки металів тиском	Дозволить виробництву не залежати від постачальників нових штампів

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

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

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

Визначено перелік наступних конкурентів:

Конкурент 1– ТОВ «Полтаваспецмонтаж» м. Полтава;

Конкурент 2– ТОВ «Ремпобуттехніка» м. Тернопіль;

Конкурент 3– ПрАТ «Новоград-Волинськсільмаш» м. Новоград-Волинський

Таблиця 5.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

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

Після порівняння характеристик проекту з конкурентами був визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик і властивостей ідеї потенційного товару, що є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності, а саме з таблиці 5.2 бачимо, що наш проект потребує менше витрат часу, більш універсальний порівняно з найближчими конкурентами та є більш продуктивним.

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проведено аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту. Визначено технологічну здійсненність ідеї проекту, яка передбачає аналіз таких складових в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Створення більш продуктив-ного обладнання для відновлення штампів	Інженерні та конструкторські рішення	Наявна,але потребує наявності спеціального оснащення для стенду	Доступні
2	Використання більшої кількості оснащення у порівняні з виробниками-конкурентами	Спеціальне устаткування	Наявні	Доступні

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

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначаємо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть

перешкодити його реалізації. Це дозволяє спланувати напрямки розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку, які наведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту.

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

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

Далі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл.5.5).

Таблиця 5.5 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>1</i>	<i>Герметичність</i>	<i>Машинобудування</i>	<i>- точність відновлення штампів</i>	<i>- проходження штампів контролю якості;</i>
<i>2</i>	<i>Абразивне зношування</i>	<i>Машинобудування</i>	<i>- відновлення завдяки матеріалам, що мають стійкість до абразивного зношування</i>	<i>- оперативність налаштування виробництва.</i>

При застосуванні даної технології існують певні загрози. Для попередження таких ситуацій необхідно якісне обладнання, а також виконувати роботи мають лише високо кваліфіковані робітники. Також, повинно бути своєчасне технічне обслуговування даного продукту (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 Фактори загроз

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
<i>1</i>	<i>Конкуренція</i>	<i>Наявність більш дешевих технологій</i>	<i>Зацікавити потенційних клієнтів високою швидкістю виконання замовлення</i>
<i>2</i>	<i>Коливання курсу валют</i>	<i>Через зміну курсу може зрости вартість сировини, що постачається з закордону, і собівартість може значно зрости.</i>	<i>Необхідно слідкувати за курсом валют, а також прораховувати всі можливі ризики, щоб вартість продукту, що початково зазначена, не була меншою за собівартість.</i>

В таблиці 5.6 ми визначили фактор загрози яка перешкоджає ринковому впровадженню нашого проекту, а також можливу реакцію на фактор щоб звести до мінімуму його вплив.

Таблиця 5.7 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	2	3
1. Тип конкуренції - олігополія	Характеризується невеликою кількістю фірм (від 2 до 10), обгороджених бар'єрами, які перешкоджають вступу в галузь нових фірм, мають контроль над цінами, але при змові з іншими олігополістами. Головною рисою олігополії є те, що кількість фірм така мала відносно розмірів ринку, що кожна з фірм-олігополістів визнає тісний взаємозв'язок одна з одною	Пропонувати технологію по найнижчим можливим цінам, замінити обладнання на аналогічне дешевше, спробувати домовитись з фірмами олігополістами про співпрацю.
2. За рівнем конкурентної боротьби- національний	Характеризується ринком збуту. Національний – на рівні країни в межах якої ведеться конкурентна боротьба.	Робити презентації з готовими рішеннями для підприємств, що займаються металоконструкціями, висвітлювати плюси своєї технології, брати участь у різноманітних технічних виставках.
3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Галузева конкуренція передбачає суперництво окремих підприємств-продавців товарів та послуг у	Пропонувати адаптацію технології до різних виробничих потреб.

	задоволенні потреб споживачів	
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова	Характеризується товарами одного виду	Пропонувати можливості розробки автоматизованої технології
5. За характером конкурентних переваг - нецінова	Проводиться головним чином за допомогою вдосконалення якості продукції, технології виробництва, інновацій та нанотехнологій, патентування і брендування.	Застосовувати більш досконале обладнання в своїх технологічних рішеннях
6. За інтенсивністю - не марочна	Роль торгової марки незначна, хоча самі марки можуть бути присутніми на ринку	Відповідально підходити до роботи з клієнтами, якісно виконувати свою роботу і таким чином здобути визнання на ринку

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

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

Таблиця 5.8 Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
<i>Складові аналізу</i>	«Полтав аспецмонтаж», ТОВ «Ремпобуттехніка», ПрАТ «Новоград-Влинськільмаши»	ООО «SigmaNest» ООО «ПРМК»	Китай	Компанії з продажу штампів	Технології побудовані за допомогою інших методів
<i>Висновки:</i>	<i>Інтенсивність конкурентної боротьби з боку прямих конкурентів – є значною</i>	<i>- є можливості входу в ринок - є потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники диктують умови роботи на ринку: - відповідно оновлені технології; - дають високі гарантії.</i>	<i>Клієнти диктують умови роботи на ринку: - Відповідне наповнення технологічних та маршрутних карт;</i>	<i>Обмеження для роботи на ринку через товари-замінники</i>

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

Таблиця 5.9 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Висока технологічність	Використання великої кількості автоматизованих комплексів
2	Висока якість	За рахунок високого рівня автоматизації
3	Висока продуктивність	Можливість одночасно розробляти замовлення на різних етапах виробництва

В таблиці 5.9 на основі аналізу проведеного в таблиці 5.8 визначили та обґрунтували фактори конкурентоспроможності нашого проекту.

Таблиця 5.10 Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з нашою технологією						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Висока технологічність	1						+	
2	Висока якість	1						+	
3	Висока продуктивність	0						+	

Таблиця 5.11 SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - висока швидкість виконання замовлення; - відповідність конструкції всім нормативним вимогам; - продуктивність; 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - висока вартість автоматизованих комплексів та допоміжного обладнання - досить великі витрати часу для облаштування обладнання на конструкцію - висока вартість ремонту у випадку поломки
<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - попит; - корисність; 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конкуренція

--	--

В таблиці 5.11 проводимо перелік сильних та слабких сторін. А також ринкових загроз та ринкових можливостей який складаємо на основі факторів загроз і можливостей який ми складали раніше. Ринкові загрози та можливості на відміну від факторів ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

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

Таблиця 5.12 Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

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

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

5.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

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

Таблиця 5.13 Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	ЗАЗ	60%	80%	90%	10%

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

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

Таблиця 5.14 Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
	Стратегія спеціалізації	Стратегія спеціалізації	Передбачає концентрацію на потребах одного цільового сегменту, без прагнення охопити увесь ринок. Мета тут полягає в задоволенні потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти	Стратегія спеціалізації

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

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 5.15).

Таблиця 5.15 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

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

Таблиця 5.16 Визначення стратегії позиціонування

№ п/ п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспромо жні позиції власного стартап- проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
-----------------------	--	--	---	---

1	Продуктивність	Стратегія спеціалізації	Застосування в наукових цілях	<ul style="list-style-type: none"> - Позиціонування за співвідношенням "ціна – якість" - Позиціонування за сферою застосування - Стратегія позиціонування за однією ознакою
---	----------------	-------------------------	-------------------------------	--

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

5.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 5.17 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	2	3	4
1	Технологічність	Швидкість відновлення	Комплекс є частково автоматизованим
2	Продуктивність	Використання установки в 2 зміни	Швидкість виконання замовлення

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

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (табл. 5.19).

Таблиця 5.19 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	1000 грн	2000грн	20000грн	3000-10000 грн

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

Таблиця 5.20 – Формування системи збуту

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

Висновок до розділу

Виходячи з отриманих результатів аналізу ринку, ціну на продукцію, її конкурентоспроможності, продуктивність роботи можемо зробити висновки, що впровадження даної технології є вигідним економічним кроком у розвитку власного бізнесу. З урахуванням того, що в подальшому можливо встановлення нових ділових зв'язків та вихід на нові ринки збуту, і подальше удосконалення запропонованої технології, це дозволить розширити бізнес и вийти компанії на новий рівень.

Загальні висновки

В даному дипломному проекті була розроблена, найбільш перспективна в наш час, технологія підвищення зносостійкості штамів холодного штампування. При розробці цієї технології було досліджено два технологічні процеси: зміцнення нових штамів методом ЕІЛ та відновлення зношених штамів плазмовим напиленням. При розробці процесу напилення зроблено дослідження високо-хромистих сталей. По результатам дослідження було запропоновано відновлювання зношених штамів холодного штампування у два етапи: 1) перший етап напилення порошку ПН75Ю23В у якості підшару та другий етап напилення порошку ПР-Х18Н9 у якості основного покриття. Обґрунтований вибір обладнання для напилення дає змогу підвищити продуктивність та якість відновлення штамів. Для процесу ЕІЛ зроблений вибір обладнання для механізованого нанесення покриття. Також зроблено дослідження та обґрунтування вибору режиму для нанесення покриття. Розроблена універсальна оснастка для зручного закріплення деталей, що зміцнюються. Перспективність цієї технології полягає в тому, що впровадження її у виробництво не потребує вкладення великих додаткових коштів, що дуже доречно в наш час для державного підприємства. Це обґрунтовується тим, що вибір обладнання проводили з урахуванням його належності на самому підприємстві.

Перелік посилань

1. Вертохуров А.Д., Муха И.М. Технология электроискрового легирования металлических поверхностей. К.: Техника, 1981.
2. Гуляев А. П. Металловедение. 5-е издание, М.: Металлургия, 1977.–647с.
3. Золотых Б.Н. О физической природе электроискровой обработки металлов. В кн.: Электроискровая обработка металлов. М., Изд. АН СССР, 1957, №1.
4. Инструментальные стали. Справочник. Металлургия. 1977.
5. Исследование основных закономерностей процесса контактно-искрового легирования с помощью высокоскоростной киносъемки /Крановский И.И., Венатовский И.В., Ривкин Е.И. и др./ Л., 1979, Труды ЛИТМО №78.
6. Источники питания для электроискрового легирования. Фурсов С.П., Парамонов А.М., Добында И.В. и др., Кишинев, Штипица, 1978.
7. Кузнецов В.Д. Материаловедческие основы инженерии поверхностей.– К.:Наукова думка, 2001.–230с.
8. Лазаренко Б.Р., Гитлевич А.Е., Парконский П.Я. Электроискровое легирование с использованием электрического поля. 1976, №3
9. Лазаренко Н.И. Современный уровень и перспективы развития электроискрового легирования металлических поверхностей. 1967, №5
- 10.Лазаренко Н.И., Лазаренко Б.Р. Современный уровень развития электроискровой обработки металлов. Электроискровая обработка металлов, 1957, №1
- 11.Лазаренко Н.И., Лазаренко Б.Р. Электроискровое легирование металлических поверхностей. 1977, №3
- 12.Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е издание. Л.: Машиностроение. Ленинград, 1979.–520с.
- 13.Рудман Л. И., Мендельсон В.С. Справочник по изготовлению и ремонту штампов и пресс-форм. К.: Техника, 1979.

14. Трофимов В.И., Розанов В.А. Автоматизация процесса электроискрового легирования сложных металлических поверхностей. 1972, №1.
15. Корж В.М. Технологія та обладнання для напилення: Навч. Посібник. К.: НМЦВО 2000. – 152 с.
16. Семенов А.П., Федько Ю.П., Григоров А.И. Детонационные покрытия и их применения: Огляд НДІ Машиностроение 1977.
17. Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. Н25 Нанесення покриття: Навчальний посібник / За редакцією академіка НАН України К.А. Ющенко. – К.: Арістей, 2005. – 22-7, 145-155 сс.
18. Наплавлення та напилення. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів напрямку підготовки 6.050504 «Зварювання» /Укл. В.М. Корж, В.В. Квасницький, Ю.С. Попіль, Д.В. Степанов, О.С. Василенко – К.: ЗФ НТУУ «КПІ»2013.- 59с.
19. Корж В.М. Технологія та обладнання для напилення: навч. Посібник. К.: НМЦ ВО,2000.-152с.
20. Пащенко В. М. Обладнання для газотермічного нанесення покриттів: Навч. посібник. – К.: ІВЦ “Політехніка”, 2001. – 416 с.
21. Порошок ПН75Ю23В [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mbipc.com/ua/products/poroshki/poroshok-pn75u23v/>
22. Технічні характеристики станка шліфувального SHEPPACH BTS 700 [Електронний ресурс]: <http://el.zp.ua/shop/home/details/5796/137/stanki-dlya-obrabotki-metalla/shlifovalnie-stanki-po-metallu/shlifovalniy-standok-scheppach-bts-700.html>
23. Марочник сталей та сплавів. Харків. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.splav-kharkov.com/main.php>
24. Устройство для электроискрового легирования [Електронний ресурс]- <https://findpatent.ru/patent/224/2245767.html>
25. Технические характеристики "Элитрон-22А"[Електронний ресурс]- <http://old.febras.ru/innovation/otrasli/mashinostroenie/26.html>

26. Технические характеристики установок ЭИО [Электронный ресурс]-
http://www.gosniti.com/lab11_6.html
27. Раузин Я. Р. Термическая обработка хромистых сталей.
28. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві:
Навчальний посібник.— К.: Основа, 2010. — 240 с.
29. Порошок ПР-Х18Н9[Электронный ресурс] - <https://udhtu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/08/164131c4d0c6f6cd518f2025a4492e73.pdf>
30. Триботехніка та основи надійності машин. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів напрямку підготовки 6.050504 «Зварювання» /Укл. В.В. Квасницький, А.В.Чорний – К.: ЗФ НТУУ «КПІ»2011.- 41с.

Додатки