

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Фізико-технічний, інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Підвищення зносостійкості металової оснастки
методом гібридного плазменного дренування з проектуванням
дизайну

Виконав: студент VI курсу, групи 792-413
спеціальності (напряму підготовки)

131 Прикладна механіка,

Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей і конструкцій
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Бугага М.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник Ділонік Т.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Левченко М.Г.
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Фізико-технічний інститут, Інженерно-фізичний факультет
 Кафедра Обладнання та технології виробничого виробництва
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Магістр
 Спеціальність Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і компонентів
 (код і назва)
 Напрямок підготовки ТЗТ. Прикладна механіка
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Григорівський О.В.

"20" 12 2017 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Гуката Максим Анатолійович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення зносостійкості штампкової оснастки методом фізичного імпульсного змінювання

керівник проекту (роботи) Григорівський Олександр Григорович, доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "___" _____ 20__ року №___

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вхідні дані до проекту (роботи) Схема процесу фізичного імпульсного змінювання, Експериментальна установка, матриця, робота розрахована 2000 копійок

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Стан питання;

2. Матеріали, обладнання, методи дослідження

3. Розробка технології ФІЗІМ для штампкової оснастки виробничих кондукторів

4. Зносостійкість штампкової оснастки методом ФІЗІМ

5. Техніко-економічний розрахунок

6. Оцінка праці та безпека в навчальних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

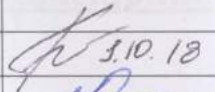
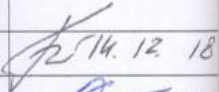
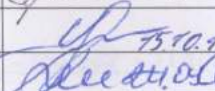
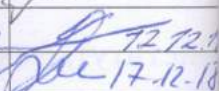
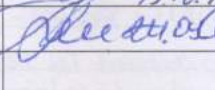
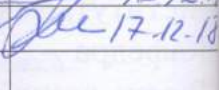
1. Конспект, 2. Матриця, 3. Характеристика покриттів, 4. Результати випробовування

технологічної оснастки методом ФІЗІМ, 5. Схема процесу ФІЗІМ, 6. Технічний

7. Обладнання для ФІЗІМ, 8. Робота Fanuc T201C, 9. Техніко-економічні показники

10. Розрахунок, 20. Таблиця

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

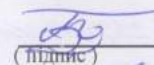
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1 - 4	Білоник Т.М. доцент	 3.10.18	 14.12.18
6	Костров О.В. доцент	 15.10.18	 12.12.18
5	Круїнікова В.В., доцент, к.с.н	 15.10.18	 17.12.18

7. Дата видачі завдання 03.10.2018

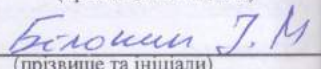
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вивчення стану питання	7 тижнів	
2	Вибір матеріалів, обладнання, методика дослідження	2 тижні	
3	Розробка технології ФТУ	2 тижні	
4	Вивчення функцій зносостійкості матеріалів методом ФТУ	2 тижні	
5	Розроблення техніко-економічних розрахунків	2 тижні	
6	Розроблення методик оптимізації	2 тижні	

Студент


(підпис)
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 96 с., 16 рисунков, 20 таблиц, 1 додаток

Мета роботи – розробити технологічний процес фінішного плазменного зміцнення штампової оснастки.

У цій роботі приведений аналіз методів підвищення зносостійкості штампової оснастки. Розроблений технологічний процес збільшення продуктивності методом фінішного плазменного зміцнення. Зроблений техніко-економічний розрахунок підвищення строку служби штампової оснастки. Вибрано устаткування і оснащення.

Об'єкт дослідження : штампова оснастка пуансон матриця на базі автомобільних тормозних колодок.

Метод дослідження : порівняльний, описовий.

ШТАМПОВА ОСНАСТКА, ФІНІШНЕ ПЛАЗМЕННЕ ЗМІЦНЕННЯ,
УСТАТКУВАННЯ

ABSTRACT

Software: 96 p., 16 figures, 20 tables, 1 application

The purpose of the work is to develop the technological process of the finishing plasma strengthening of the die-casting equipment.

In this work the analysis of methods of increasing the wear resistance of the die-casting equipment is given. The technological process of increasing productivity by the method of finishing plasma strengthening has been developed. The technical and economic calculation of the service life of the stamp equipment has been made. Equipment and equipment have been selected.

Object of research: stamp fittings punch matrix based on automotive brake pads.

Method of research: comparative, descriptive.

STAMPING EQUIPMENT, FINAL PLASMA STRENGTH, EQUIPMENT

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

F – товщина покриття, мм;

S – площа поверхні, на яку потрібно нанесення покриття, мм²;

b_p – ширина смуги покриття, яка приймається в розрахунках, що дорівнює 8 мм (в межах цієї ширини забезпечується рівномірність властивостей покриття по товщині і мікротвердості), мм;

S_p – площа поверхні, яка приймається до уваги при визначенні загального часу нанесення покриття; враховуючи, що ширина смуги покриття приймається 8 мм, S_p завжди більше або дорівнює S , мм²;

l – довжина смуги безперервного переміщення плазматрона (умовна частина площі S_p , розбитою на смуги, на яку буде наноситься покриття, що визначається зручністю безперервного переміщення плазматрона, мм;

t – загальний час нанесення покриття на площу S_p , без урахування часу проміжного охолодження, с;

v – швидкість переміщення плазматрона окремо оброблюваної деталі, мм/с;

P – продуктивність нанесення покриття, яка приймається з розрахунку, з урахуванням заданої його товщини, мм²/с;

L_0 – довжина одноразового проходу плазматрона над площею S_p , рівна сумі довжин смуг безперервного переміщення плазматрона l , мм;

n – число проходів плазматрона для нанесення покриття заданої товщини на площу S_p .

ВСТУП

Рішення завдання підвищення ефективності та інтенсифікації виробничих процесів, а також економії використання металів, в значній мірі залежить від рівня розвитку і досконалості технології і обладнання для обробки металів тиском, різні способи якої широко застосовуються в машинобудуванні та металообробці при виготовленні до 80% різних деталей. Так як техніко-економічні показники штампування і якість готових виробів в значній мірі визначаються надійністю і довговічністю штампового оснащення, то проблема підвищення експлуатаційної стійкості штамсів, в тому числі і штамсів холодного деформування металу, є актуальною науковою і практичною задачею.

Вартість інструментального оснащення і вчасності виробних штамсів холодного деформування становить 20 ... 30% від собівартості поковок і пов'язана зі зміною заготовки, серійністю випуску, маркою вихідного матеріалу та ін. Вихід з ладу інструментального оснащення в результаті поломки становить ~ 5%, зносу - ~ 35%, невдалого підбору сталі для штамсів - ~ 5%, від недотримання режиму термообробки - ~ 5%. Із-за цього, підвищення зносостійкості штампової оснастки, продовження строку експлуатації є важливою та актуальною задачею [1].

Підвищити термін служби деталей штампового оснащення дозволяють різні методи зміцнення зношуються поверхонь. Зміцнення деталей машин забезпечує економію високоякісного металу, палива, енергетичних і трудових ресурсів, а також раціональне використання природних ресурсів і охорону навколишнього середовища [2].

Відомі випадки, коли ресурс деталей, зміцнених прогресивними способами, в кілька разів вище ресурсу нових деталей, оброблених за старою технологією, що дозволяє домогтися значних економічних ефектів.

Зміцнення деталей штампового оснащення методом лазерної гарту є актуальним завданням. При цьому виникає необхідність дослідження структури і властивостей поверхневого шару.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ABSTRACT	5
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1. СТАН ПИТАННЯ.....	11
1.1 Умова експлуатації та зношування штампів холодної деформації.....	11
1.2 Традиційні технології підвищення зносостійкості штампів холодної деформації.....	20
1.2.1 Азотування и нітроцементация.....	20
1.2.2 Борування.....	22
1.2.3 Дифузійне хромування	23
1.2.4 Наплавлення.....	25
1.3 Сучасні технології підвищення зносостійкості штампів холодного деформування	29
1.3.1 Процеси PVD і CVD.....	29
1.3.2 Лазерна обробка	32
1.4 Аналіз можливості застосування технології плазмового зміцнення з рідкої фази для підвищення зносостійкості штампів холодного деформування.....	37
1.4.1 Сутність технології	37
1.4.2 Властивості покриття.....	40
1.4.3 Вплив фінішного плазмового зміцнення на зносостійкість штампів холодного деформування і інструмента	41
1.5 Цілі і завдання дослідження	43
2. МАТЕРІАЛИ, ОБЛАДНАННЯ, МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	44
2.1 Вихідні штампи, матеріал, хімічний склад, термічна обробка, властивості	44
2.2 Оборудование для плазменного упрочнения технологической оснастки, инструмента, деталей машин ПУ-1	46
2.2.1 Установка ПУ-1	46

	10
2.2.2 Пульт управління з рідинним живильником.....	48
2.2.3 Плазматрон з насадкою	49
2.2.4 Джерело живлення	52
2.2.5 Прилад контролю товщини покриття	54
3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ФПУ ШТАМПОВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ГАЛЬМОВИХ КОЛОДОК	58
4. ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ШТАМПОВ ОБРОБЛЕНИХ МЕТОДОМ ФПУ	68
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДІЛЯНКИ.....	69
5.1 Нормування операцій технологічного процесу	69
5.2 Виробнича програма	69
5.3 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки.	70
5.4 Розрахунок кількості персоналу ділянки.....	73
5.5 Матеріальні витрати.....	75
5.6 Вартість основних засобів	76
5.7 Заробітна плата	78
5.8 Собівартість наплавлювальних робіт.....	81
5.9 Економічне обґрунтування запропонованих розробок.....	84
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	87
6.1 Аналіз потенційних небезпек.....	87
6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	88
6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	91
6.4 Заходи з пожежної безпеки.	92
6.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.	94
ВИСНОВКИ.....	95
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ	96

1. СТАН ПИТАННЯ

1.1 Умова експлуатації та зношування штампів холодної деформації

Основні операції холодного деформування класифіковані наступним чином: а) різання - відрізання, вирубка, пробивання, просічка; б) гнуття – скручування; в) витягування – обтягування, протягування; г) формовка – рельєфна формовка, розтягування, відбортовка, чеканка.

Найбільш важко навантаженим являється операції об'ємної штамповки (пресування, висадка) і різка (вирубка, пробивка). В наслідок великих питомих навантажень, складно напруженого стану і високих температур розігріву, робочих частин інструментів в процесі роботи стійкість останніх в більшості випадків являється незадовільною. Більшість інших операцій холодної штамповки не викликають особливих ускладнень пов'язаних із стійкістю, тому умови роботи штампових інструментів розглянуті в основному стосовно об'ємної штамповки та різки. Умови роботи інструментів при цих операціях досить повно можна охарактеризувати величиною питомих навантажень, характером навантажень, і температурою розігріву їх робочих частин.

Питомі навантаження зумовлюються властивостями матеріалів штампування, швидкістю і ступенем деформації заготовок, видом мастила, конструкцією деталі і т. д. Величина питомих навантажень при пресуванні досягає 220-250 кгс/мм² і більше.

За характером навантаження холодне деформування можна розділити на два основних види: плавне – штамповка на гідравлічних і механічних (для об'ємного пресування) пресах зі швидкістю навантаження 0,1-0,4 м/с і ударне – штамповка та на пресах зі швидкістю навантаження 0,5 – 1,0 м/с, на холодно висадочних автоматах і швидкохідних прес-автоматах зі швидкістю 0,5-1,5 м/с.

При цьому температурні умови роботи інструментів змінюються в широкому діапазоні в залежності від характеристик штампувального матеріалу і технологічних особливостей процесу. Так, в найбільшому ступені розігріваються

інструменті при холодній об'ємній штамповці (і в зокрема, при таких операціях, як пресування, висадка) і окремих операціях пробивки (рубки).

На рис.1.1 показаний характер зміни температури висадочного пуансона в залежності від його середньої швидкості. Результати випробування динаміки розігріву висадочних матриць показали, що уже приблизно через 5 хвилин після початку роботи установлюється квазістаціонарний тепловий потік. Зі збільшенням діаметру висаджу вальної головки (ступінь деформації і об'єму деформованого металу) при встановленому процесі температура розігріву інструменту підвищується і досягає на поверхні 150-170°C.

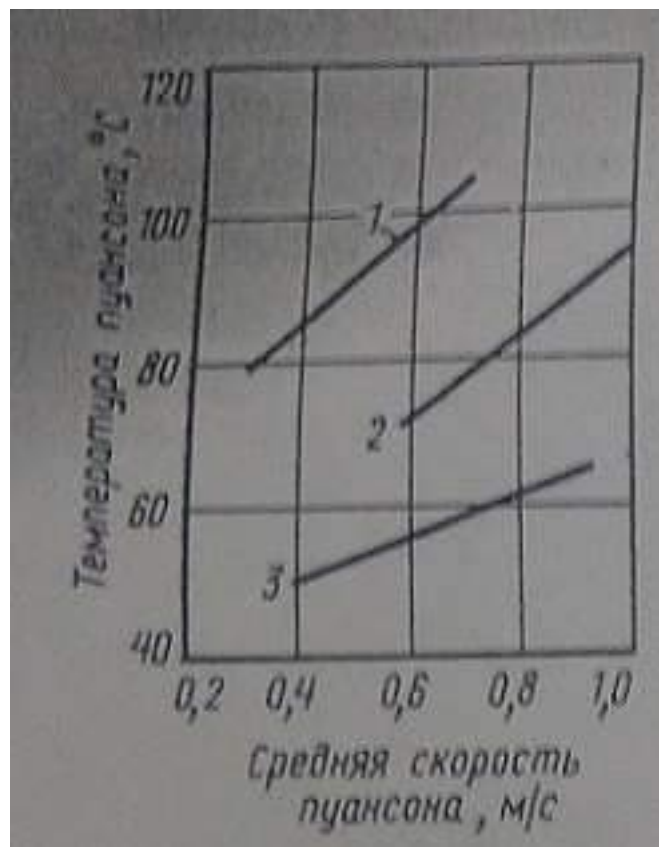


Рис. 1.1: Нагрів висадочного пуансона в залежності від середньої швидкості деформування:

1. Цвяховий автомат
2. Одноударний прес-автомат
3. Двохударний прес-автомат.

Температурні умови роботи штампових інструментів при двусторонньому холодному пресуванні поршневих пальців автомобілей (матеріал сталь 15) були вивчені в роботі [3] і результати приведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Температура поверхні інструмента в залежності від продуктивності автомату і виду охолодження.

Температура, °C	Охолоджуюче середовище	Продуктивність , шт/хв	Подача
160-180	Масило (без тиску)	15-18	Ручна
250-265	Без охолодження	15-18	Ручна
120-130	Масило	28	Автоматична
280-300	Без охолодження	28	Автоматична

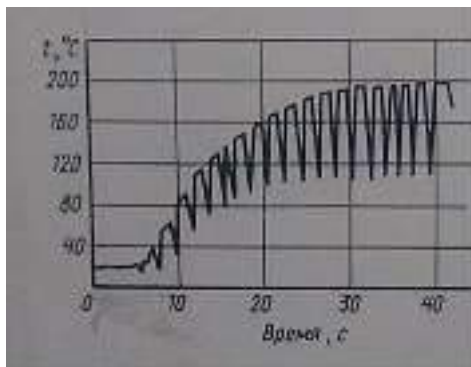


Рис. 1.2 Характер зміни температури пуансона при холодному пресуванні.

Характер зміни температури інструментів при пресуванні пальців представлений на рис.1.2. Видно, що на поверхні інструментів є значні зміни температури: в початковий момент пресування (при доторканні пуансона з холодною заготовкою) температура різко падає, потім зростає.

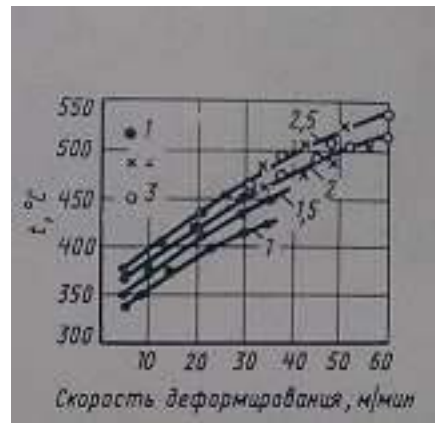


Рис. 1.3 Зміна температури в зоні розділу в залежності від швидкості деформування при пробиванні - вирубці заготовок різної товщини (цифри на кривих) і діаметру 8(1), 12(2) і 16мм (3).

Експерименти по вимірюванню температур при пробивці - вирубці на прес-автоматах, проведені Ф.П. Михайленко та ін.,[1] дозволили встановити, що температура являється функцією швидкості деформування і товщини матеріалу що рубається (рис.1.3) і при встановлених умовах може досягати 500-530°C. Вимірювання температури в тілі витяжної матриці показало, що вона суттєво залежить від темпу роботи пресу і величини зазору і може досягати 180°C; одночасно було встановлено також, що різкий перепад відбувається в шарі товщиною близько 0,3мм.

В тому випадку, коли температура розігріву інструментів перевищує температуру відпуску, відбувається втрата міцності штампової сталі, що супроводжується зниженням твердості робочих частин і призводить до передчасного виходу інструментів з ладу. Таким чином, наявність значного розігріву робочих частин інструментів для холодного деформування висуває таку важливу потребу до властивостей його матеріалу, як теплостійкість, тобто здатність зберігати необхідний рівень властивостей при нагріві 450-550°C.

Розглянемо основні причини виходу з ладу штампових інструментів, при чому головна увага знаходиться на інструментах, стійкість яких в тій чи іншій мірі стримує широке впровадження нових процесів обробки тиском та використаних прогресивних конструкційних матеріалів.

Величина і характер розподілу виникаючих в інструментах (в процесі деформування) напруг залежать головним чином від конструкційних особливостей інструментів і значень питомих навантажень.

Найбільш проста конфігурація характерна для інструментів холодного і гарячого пресування (видавлювання), а також деяких типів пуансонів, виштовхувачів і прошивників для гарячого об'ємного деформування. Такі інструменти мають, як правило, осесиметричну форму і характеризуються (при якісному виготовленні) наявністю порівняно невеликої кількості місць, здатних служити ефективними концентраторами напружень. Деталі типу пуансонів, виштовхувачів, прошивників і т.д. працюють в умовах стиснення (одноосного або нерівномірного всебічного) і поздовжнього вигину. Як було відзначено, величина питомих тисків в випадку холодного пресування досягає 200-250 кгс / мм², при гарячому штампуванні до 30-90 кгс / мм² і більше.

Дослідження, проведені за допомогою методу фотопружності, показали, що поле напружень, що виникає в правильно сконструйованих і ретельно виготовлених пуансонах (виштовхувачах), характеризується порівняльною однорідністю. Однак і в інструментах простої конфігурації є окремі ділянки (торці, місця сполучення робочих і посадочних поверхонь і т.д.), в яких локальні напруження можуть перевищувати значення середніх питомих тисків. Перерозподіл діючих на інструмент навантажень і виникнення локальних напружень характерні і для штампів (вставок), використовуваних при гарячому об'ємному деформуванні: з цієї причини величина напружень в окремих ділянках гравюри може значно перевершувати середні питомі тиску, що сприяє передчасному виходу інструментів з ладу.

Виникнення в процесі штампування значних температурних градієнтів по перетину інструментів, а також циклічний характер теплового впливу в поєднанні з циклічно змінюючими напругами (що викликають розвиток пластичної деформації в мікрооб'ємах) сприяє значному зростанню швидкості дифузійних процесів і суттєво прискорює теплове разупрочнение, а відповідно і вихід інструментів з ладу.

У табл. 1.2 наведені приклади середньої стійкості і основні причини виходу з ладу штампованих інструментів для холодного деформування. Аналіз цих результатів, даних заводської практики, а також досліджень свідчить, що в ряді випадків стійкість важко навантажених інструментів дуже близька до межі, нижче якого отримання деталей обробкою тиском стає малорентабельним.

Так, термін служби пуансонів для холодного пресування, що працюють при питомих тисках 200-220 кгс / мм², в більшості випадків не перевищує 10-20 тис. Виробів; стійкість прошивних і формуючих пуансонів, виштовхувачів при гарячого об'ємного штампування на пресах становить 5-20 тис., матриць для гарячого пресування деталей типу клапанів 2,5-10,0 тис., штампових вставок для виготовлення виробів типу турбінних лопаток нержавіючих і жароміцних матеріалів 800-2000 шт.

Таблиця 1.2 – середня стійкість штампових інструментів (C_i) для основних операцій холодного штампування.

Назва і характер технологічної операції	C_i , тис.шт.	Основні причини виходу з ладу
1	2	3
Різка (вирубка, пробивка, відрізання і т.д.):		
а) вирубка і пробивання отворів в заготовках із конструкційних матеріалів	50-250	Знос, встановлене руйнування
б) прецехзуюча вирубка виробів в електро- і радіотехнічній промисловості	10-100	Викрошування та знос робочих кромek
Листова штамповка:		
а) гнуття, витягування і формування деталей невеликих розмірів простої форми	200-500	Знос

Продовження табл. 1.2

1	2	3
б) виробництво деталей підвищеної точності порівняно невеликих розмірів	100-250	Знос робочих частин, захоплювання
в) виробництво великих виробів складної форми	50-200	Знос та викрошування робочих кромek, захоплювання
Об'ємне пресування		
1 Калібрування і чеканка:		
а) виробництво виробів простої форми з низьковуглецевих і малолегованих сталей	100- 350	Знос робочих частин
б) калібрування і чеканка виробів деталей складної форми з високоміцних матеріалів	50- 100	Знос та зминання робочих кромek, крихке руйнування
2. Висадка Виготовлення деталей з кольорових сплавів, низько-, середньовуглецевих і леговаих сталей (ударі умови навантаження)	50-200	Крихке руйнування знос
3. Пресування а) виробництво деталей з кольорових сплавів, низько-, середньовуглецевих і малолегованих сталей при ступені деформації 0,4-0,5 і питомих навантаженнях 140кгс/мм ²	30-100	Крихке руйнування, знос робочих частин
б) виготовлення деталей з низько-, середньовуглецевих і малолегованих сталей зі ступенем деформації навантаженнях 140-180 кгс/мм ²	20-50	Крихке руйнування, зминання та викрошування робочих частин

Продовження табл. 1.2

1	2	3
в) одноперехідне песування деталей з конструкційних сталей з великими ступенями деформації при питомих навантаженнях 180-220 кгс/мм ² і більше	10-40	Крихке руйнування, зминання та викрошування робочих частин

Ще більш низькою стійкістю володіють інструменти під час деформування на високошвидкісних молотах і пресах. Як було відзначено працездатність важко навантажених інструментів визначається рядом технологічних і конструктивних факторів. Однак авторами основна увага приділена розгляду тих випадків, коли термін служби інструментів майже повністю визначається працездатністю "інструментальних матеріалів. Як свідчить накопичений досвід, до них відносяться крихке руйнування, зміна геометричних розмірів інструментів, а також зародження і розвиток тріщин термомеханічної втоми.

Крихке руйнування - одна з основних причин низької працездатності важко навантажених інструментів для холодного деформування (див. табл. 1.3). Так само як і для інших операцій штампування, передчасно поломки інструментів зазначеного призначення пов'язані в ряді випадків з випадковими перегрузками, які можливі навіть при незначних, на перший погляд, відступи від технології і особливо небезпечні для інструментів з конструктивно неминучими концентратами напруг. Разом з тим крихке руйнування пуансонів для холодного пресування, що мають просту форму і якісно виготовлених, також зустрічається досить часто, слід відзначити, що виходу з ладу передую певний, іноді вельми довготривалий(1500 - 15000 штамповок) період експлуатації. Остання обставина свідчить про те, що крихке руйнування інструментів обумовлено в основному не недостатніми вихідними міцністю і пластичністю штампова сталей, а певними змінами їх структури в процесі деформування.

Однією з причин, що призводять до поступового зростання діючий на інструмент напрузі, може бути зміна його геометрії через зім'яло і зносу. За даними Ф.П., Михайленко та ін. І питомі зусилля при пробиванні стрічки з Бр.ОФ 6,5-0,15 зростають на 10-15% при певній мірі затуплення ріжучої кромки. Для просічних і вирубних штампів складної конфігурації цього може виявитися досить, щоб тріщини утворилися в найбільш небезпечних перетинах. Цей приклад добре ілюструє взаємозв'язок таких, здавалося б, різнорідних характеристик, як ймовірність крихкого руйнування, зносостійкість, опір малим пластичних деформацій і теплостійкість штампових сталей. Разом з тим він в малому ступені може бути поширений на важконавантажених інструменти холодного об'ємного штампування. Найбільш вірогідною "в цьому випадку) представляється схема втомним-крихкого руйнування. З відомим наближенням її можна поширити і на інструменти для гарячого деформування. Імовірність крихкого руйнування інструментів для гарячого деформування особливо зростає в тих випадках, коли прагнучи підвищити опору гівленіє зім'яту і зносу, істотно завищують вихідні значення твердості (до HRC 52-56).

Довговічність таких інструментів, як вставки для штампування деталей типу турбінних лопаток, важелів, шатунів, колінчастих валів і т.д., істотно залежить також термічної обробки. Для запобігання викривленню на багатьох заводах проводять термічну обробку остаточно виготовлених інструментів (з подальшою невеликий слюсарної доведенням), що включає загартування з глибоким підхолодженням або з охолодженням на спокійному повітрі. Це призводить, як правило, до утворення структурної неоднорідності, виражаючи в частковому розвитку проміжні перетворення в центральних зонах інструментів або виділенню із аустеніту неблагоприятно розположених карбідів.

Все більш жорсткими требування, пред'являються до точності розмірів штамповок в сочетании зі збільшенням об'єма виробництва деталей з важкодеформованих матеріалів, призводять до того, що при гарячій деформації спотворення геометрії фігури стає одним із основних факторів виходу з ладу інструментів.

В більшості випадків, штампову оснастку виготовляють з високолегованих марок сталей. при цьому слід мати на увазі, що данні матеріали мають низьку теплопровідність, тому відмічені коливання температури в основному відбуваються в поверхневих шарах інструментів і, природньо, оказують вплив на рівень і характер розподілу напруг, відповідальних за утворення і розвиток мікротріщин, котрі в подальшому призводять до чешуйчатому сколюванню ділянок металу на робочих поверхнях і виходу інструментів з ладу.

Таким образом у випадку інструментів холодного деформування вихід з ладу останніх по зносу частіше всього відбувається при вирубці, пробивці, витягуванню, зворотньому видавлюванні і т.д. При цьому знос відбувається в основному через абразивний вплив матеріалу заготовки і часткового втомного скрошування робочих кромки інструментів (вирубка, пробивка).

1.2 Традиційні технології підвищення зносостійкості штамів холодної деформації

1.2.1 Азотування и нітроцементация

У азотированному шарі теплостійких і полу теплостійких сталей утворюється складні нітриди вольфраму і хрому $(W, Fe)_2N$ і $(Cr, Fe)_2N$ і карбонітридним фази $M_{23}(C, N)_6$, $M_3(C, N)$. В шарі нетеплостойкая сталей, легованих хромом, утворюється карбонітриду і зростає кількість карбиду M_3C . Крім того, α -фаза всіх сталей насичується азотом.

Нітридніе фази мають більш високу твердість (1300-1400 ніж у швидкорізальних сталей і у штампови сталей з 12% Cr), ніж карбонітридним.

У мікроструктурі правильно азотированного стали немає чіткої межі між азотированного шаром і нижележачим шарами. Нітриди і карбонітриди спостерігаються у вигляді дрібних округлих частинок. Зі збільшенням тривалості

процесу до 6 ч при 520° С і особливо при 540-5600 С утворюється нітрідние прожилки і включення ϵ -фази, сильно охрупчується сталь.

Обробка може бути застосована для теплостійких і напівтеплостійких сталей. Присутність вольфраму, молібдену і хрому в α -розчині цих сталей сприяє утворенню дисперсних нітридних фаз більшої твердості і стійкості проти коагуляції.

Хром, особливо вольфрам і молібден, а також і кремній ускладнюють дифузію азоту. У цьому ж напрямку впливають карбідні частинки, особливо дисперсні, що виділилися при відпустці. Ці елементи збільшують твердість, але зменшують товщину азотированного шару.

З цієї причини будова і властивості азотированного шару залежать не тільки від режиму азотування, але і від складу стали і її попередньої термічної обробки.

Підвищення температури загартування, що збільшують концентрацію α -розчину і кількість дисперсних карбідів, що виділилися при відпустці, сприяє зростанню твердості, але зменшує товщину шару. Підвищення температури відпустки впливає в протилежному напрямку.

Міцність азотированного стали зі збільшенням товщини шару знижеться значно, а потім менш інтенсивно. Більш різке зниження міцності особливо у швидкорізальних сталей настає при освіті ϵ -фази. В'язкість погіршуються майже паралельно зі збільшенням товщини шару.

В'язкість і міцність шару залежать також від температури, яка відбулася перед гарту. Для штампів, які використовуються при динамічних навантаженнях, температури загартування повинні бути максимально низькими. В цілому встановлено [4] що азотування підвищує зносостійкість штампового оснащення в 1,5 - 2,0 рази в залежності від умов експлуатації.

1.2.2 Борування

Борування виконують найчастіше електролізом в розплаві бури ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) частіше при: 950-980 для вуглецевих і 1000-1050°C для легованих сталей. Катодом служить оброблюваний інструмент, а анодом - графітовий електрод.

Борування створює дуже високу мікротвердість: 1800-2000 HV у вуглецевих сталей, до 2500 HV у сталей X12M, X12Ф1 і до 2800-3300 HV у бисторежущих. Висока твердість зберігається до 900°C. Товщина шару 0,4-0,8 мм вона зменшується зі збільшенням вмісту вуглецю. Легуючі елементи зменшують товщину утворюється шару. вона не перевищує 0,04-0,06 мм у сталей з високим вмістом вольфраму (3X2B8Ф) або хрому (X12M), що в два рази менше, ніж у сталей, що містять 1-2% легуючих елементів. Товщина шару у вуглецевих сталей з 1% С при збереженні дрібного зерна 0,12-0,18 мм.

Мікроструктура борування шару - голки борідів, орієнтовані в глиб металу; безпосередньо на поверхні виникає шар боріда FeB, а нижче - борідами Fe₂B, дещо меншою твердості і крихкості.

Борування раціонально виконувати перед загартуванням або поєднувати, що зручніше, з загартуванням. З цих причин для боріровання більш придатні мало деформуються сталі: 7ХГНМ і 7ХГ2ВМ з числа нетеплостойкая і 2Х9В6, 3Х3М3Ф - з числа теплостійких штампова.

Борування дає найбільший ефект для штамсів, Робота на при підвищеному зносі, але без динамічних навантажень і мають просту форму. Воно підвищує, зокрема, стійкість вальцювальних і витяжних штамсів.

1.2.3 Дифузійне хромування

Виконують при 950-1050°C, 3-4 ч, частіше в суміші порошоків: 50% низьковуглецевого ферохрому (або хрому), 48-49% окису алюмінію і 1% хлористого амонію.

Товщина шару - невелика: 0,02-0,05 мм. Вона трохи підвищується зі збільшенням частки ферохрому в суміші.

Шар складається з карбідів M_2C_6 і M_7C_3 і карбонитридов з невеликою кількістю α -фази. Безпосередньо на його поверхні утворюється тонка захисна плівка оксидів хрому, а під ним α -фаза, насичена хромом.

Мікротвердість шару - висока: $HV > 1800$; вона зростає зі збільшенням вмісту вуглецю. Зносостійкість хромованого шару більше, ніж цементованого або азотированного.

Міцність зчеплення шару з металевою основою значна; осадку циліндричних зразків стали У12 на 2/3 висоти і їх руйнування не викликали відшаровування шару.

Хромований шар має також високу окалинотойкість і стійкість проти корозії у водних розчинах азотної і органічних кислот і в розплавленому алюмінії і його сплавах.

Властивості шару зберігаються до 950-1000°C. Лише під впливом дуже тривалої витримки при цих температурах хромований шар поступово розчиняється.

На результати хромування найбільш сильно впливає вуглець, який надає гальмують вплив на дифузію хрому. Він зменшує товщину шару, але сприяє збільшенню в ньому концентрації хрому і підвищенню твердості. Концентрація хрому на поверхні становить 40% при 0,15-0,20% С і до 54% при 0,2 - 0,3% С.

При хромування спостерігається дифузія вуглецю з близьких до поверхні шарів назустріч вступнику хрому. Внаслідок цього в вуглецевих і менш легуваних сталях під зовнішнім хромованим шаром може розташовуватися знеуглецьована

зона, що знижує міцність і зносостійкість і ускладнює хромування інструментів невеликої товщини.

Для дифузійного хромування більш придатні сталі, температури гарту яких збігаються з температурами хромування і отримують невеликі об'ємні зміни при подальшій загартуванні, а саме високохромисті X12M, X12Ф1 і теплостійкі Штампові з більш низькими температурами гарту. Кількість залишкового аустеніту має бути якомога меншою, значні зміни обсягу при перетворенні під час відпустки можуть викликати тріщини в хромованому шарі. Для зазначених сталей рекомендується поєднання хромування і загартування. Відпустка виконують за загальноприйнятими режимами.

Дифузійне хромування більше, ніж азотування і цементація, підвищує стійкість штамів і форм лиття мідних і алюмінієвих сплавів, або їх рідкого штампування, т. є. у разі впливу високих відсутності значних тисків. Воно може бути також ефективно для багатьох форм пресування полімерних матеріалів, витяжних штамів і деяких волочильних кілець.

Інструменти, піддані дифузионному хромуванню, придатні для роботи переважно при невеликих питомих навантаженнях через малу товщину утворюється шару і його високої твердості.

1.2.4 Наплавлення

Наплавлення є одним з найбільш ефективних методів відновлення штамів. При правильно обраному складі наплавленого металу цей метод дозволяє не тільки відновити інструмент, але і підвищувати його проміжну стійкість. Найбільшого поширення набула ручна електродугова наплавлення. Метал штамів, наплавлений електродами 1 групи, має низький вміст вуглецю і легуючих елементів, тому його твердість після наплавлення невелика. Основні області застосування цих електродів - відновлення мало навантажених молотових і висадочних штамів.

Метал штамів, наплавлений електродами 2 групи, має підвищений вміст вуглецю і хрому. Твердість після наплавлення перевищує 50 HRC, тому наплавлені штами віджигают. Після обробки різанням виробляють загартування з відпусткою. Електроди другої групи застосовують для відновлення середньо напружених великих молотових і пресових штамів.

Електроди третьої групи забезпечують отримання високолегованого наплавленого шару металу з підвищеним вмістом хрому. Основне призначення - наплавка різальних крайок обрізних штамів. Твердість штамів після наплавлення висока. Після обробки різанням ці штами піддають гарту і відпустки. Наплавлений метал має підвищену стійкість при нагріванні.

Електроди 4 групи застосовують лише для наплавлення ділянок штамів, які працюють з підвищеним зносом і без ударних навантажень. Наплавлення проводять не більше ніж на 1-2 шари. Наплавлений метал не піддається відпалу, тому його можна обробляти тільки абразивним інструментом або електрофізичними методами.

Електроди 5 групи забезпечують отримання наплавленого металу з інтерметаллідним зміцненням і дуже високу теплостійкість. Рекомендована технологія виготовлення штамів при застосуванні електродів 6 групи: наплавка, обробка різанням або шліфуванням і відпустку. Застосовують електроди 6 групи

для наплавлення штампів об'ємного штампування і витискування жароміцних сталей і сплавів.

Для підвищення стійкості нових штампів і відновлення зношених застосовується зміцнююча наплавка. Марки і склад більшості електродів для зміцнюючого наплавлення встановлені ГОСТ 10051-75. У їх числі велика група електродів, спеціально призначених для наплавлення штампів. Електроди для наплавлення штампів поділяються на три групи в залежності від легування одержуваного металу. Електроди першої групи, до яких відносяться, зокрема, ЕН-60М, ОЗШ-1, ЕН-60, ЦМ-4, дозволяють отримувати високу зносостійкість поверхні, що зберігається до температури 400 ° С, що особливо необхідно для штампів, що нагріваються в процесі штампування до температури, близької до зазначеної. До другої групи належать високолеговані електроди на основі хрому (УОНІ-13 / НЖ, ЕШГ, ЦМ-5, Ш-1). Застосування цих електродів дозволяє отримати наплавлений шар, самогартівних при охолодженні на повітрі і зберігає мартенситну структуру при нагріванні до 400 ... 500 °С. Третю групу складають електроди, леговані вольфрамом і молібденом. До них відносяться ОЗІ-3, ОЗІ-2, ЦМ-1М, КПІ-3Х2В8, К-53. Метал, отриманий наплавленням електродами третьої групи, за складом близький до швидкорізальним сталей. Наплавлення товщиною понад 10 мм виробляють комбінованим способом, пошарово, застосовуючи різні електроди. Спочатку наплавляють нижні шари електродами ОЗІ-1 (або ОЗІ-1 т), потім електродами ЕН-60М або ОЗІ-3 в залежності від пропонованих вимог і умов роботи штампів. Незважаючи на те, що значне збільшення стійкості штампів (в 20 і більше разів) спостерігається при використанні для армування ріжучих крайок пуансонів і матриць металокерамічних твердих сплавів, внаслідок надзвичайно високої трудомісткості і складності їх виготовлення і експлуатації потребує вирішення ряд складних технологічних і організаційних завдань. Як матеріал для виготовлення пуансонів і матриць використовують вуглецеві і леговані інструментальні сталі і тверді сплави. Однак через велику крихкості тверді сплави малопридатні до умов ударних навантажень і до виготовлення складних за формою вирубних,

пробивних і обрізних штамів. Крім того, вольфрам і кобальт, що входять до складу твердих сплавів, є дефіцитними і з цієї причини ці матеріали обмежена використовуються для зазначених цілей. Тому на частку сталевих штамів в різних галузях промисловості припадає до 90-95% і вище. Хорошим матеріалом для виготовлення витяжних матриць є також алюмінієві бронзи типу бражної-10-4-6, стійкі проти налипання при витяжці нержавіючої сталі. При вирубці-пробиванні і обрізку деталей простої форми з матеріалу товщиною до 3-4 мм для пуансонів і матриць найбільш часто використовують інструментальні вуглецеві сталі марок У8А і У10А.

Якщо робочі деталі мають складну форму і не технологічні для термообробки, то для розділових штамів використовують високолеговані хромисті сталі марок Х12Ф1, Х12М, 9ХС, ХВГ та ін., Які мають більш високу зносостійкість і при термообробці в меншій мірі схильні до повідку і викривлення. Основну масу вирубних-пробивних матриць і пуансонів в більшості випадків виготовляють зі сталі У10А та в меншій мірі зі сталі Х12М. Замість сталі У10А для пуансонів і матриць рекомендується також сталь 5ХГС, що володіє більш високу зносостійкість. З метою підвищення стійкості розділових, обрізних і пробивних штамів в промисловості застосовується зміцнююча і відновне електродугове наплавлення електродами марок ЕН-60, ЕН-60М, ЦМ-5, ОЗШ-3, ОЗШ-4 і ін.

У ряді випадків штампи холодного штампування наплавляють також електродами, призначеними для наплавлення штамів гарячого штампування або для наплавлення ріжучого інструменту.

Використання для холодних штамів теплостійкого металу, одержуваного при наплавленні гарячих штамів або ріжучого інструменту, виправдовується тим, що в умовах холодного штампування ріжучі кромки штамів нагріваються до температур, що досягають 600-680 ° С і вище.

І тому стійкість штамів холодного штампування в значній мірі зростає з збільшенням теплостійкості сплавів, застосовуваних не тільки для штамів гарячого штампування або для ріжучого інструменту, але і для холодних штамів.

Один з основних процесів поліпшення властивостей металів і сплавів - це старіння, природне і штучне, що супроводжується виділенням кристалів нової фази. Широке застосування при виготовленні і відновленні наплавленням штампового інструменту знаходять наплавочні матеріали з ефектом вторинного тверднення (Мартенситно-старіючі і дисперсно-тверді сталі), експлуатаційні властивості яких перевищують властивості інструментальної сталі.

Японський промисловий стандарт Z3251 визначає покриті електроди для дугового наплавлення твердими сплавами. Нижче розглянуті властивості і призначення матеріалів для зносостійкого наплавлення, що класифікуються по виду структури наплавленого металу. Перлітно-сорбітні матеріали містять невеликі добавки вуглецю, хрому, молібдену, ванадію та інших легуючих елементів. Після наплавлення і охолодження на повітрі структура наплавленого металу складається переважно з перліту або сорбіту. з числа матеріалів, затверджених Японським промисловим стандартом, до цієї групи належать електроди DF2A і DF2B. Твердість наплавленого металу становить HV 200-300, що значно нижче твердості мартенситу, тому наплавлений шар не володіє достатньою зносостійкістю при терті ковзання і кочення.

1.3 Сучасні технології підвищення зносостійкості штамів холодного деформування

1.3.1 Процеси PVD і CVD

Перші зносостійкі покриття були отримані шляхом хімічного процесу осадження при високих температурах 950-1050 ° С з парогазового середовища. Даний процес прийнято скорочено називати CVD (Chemical Vapor Deposition) [2]. Слід зазначити, що дана технологія широко застосовується не тільки для нанесення зносостійких покриттів на ріжучому інструменті, а й в інших областях техніки, де потрібне отримання шарів покриття і плівок з кристалічних матеріалів з високою твердістю і заданою структурою.

Перші зносостійкі CVD покриття були одношаровими з товщиною близько 4-7 мкм. Дивно, що навіть досить примітивне за сьогоденніми мірками одношарове покриття TiC, що застосовувалося на перших покритих змінних непереточуваних пластинах, дало виражений ефект у підвищенні продуктивності обробки приблизно на 50%. Підвищення продуктивності було досягнуто в основному за рахунок збільшення швидкостей різання. Так за десять років з 1970 по 1980 рік швидкості різання при знятті основного припуску при токарній обробці зросли в середньому з 100-120 до 150-200 м / хв. [2]

Найбільші проблеми були викликані недостатньою адгезією CVD покриттів, а також і негативним впливом на механічні властивості основи, рівень цього впливу можна пояснити на простому прикладі. Тобто найпростіші CVD зміщують область застосування твердих сплавів в сторону високих швидкостей різання, погіршуючи їх характеристики. З огляду на це, можна було б зробити висновок, що такі сплави найкращим чином будуть підходити для чистової обробки, але тут вступає в силу інше обмеження. Процес хімічного осадження характеризується збільшеною швидкістю на загострених ділянках поверхні виробів. З ростом товщини шару покриття адгезія катастрофічно знижується. Для інструментальних застосувань CVD це означає, що товстий і легко відколюється

шар покриття ляже якраз в зоні ріжучої кромки. Так для цільних твердосплавних фрез типова товщина стружки на рівні 20-40 мкм взагалі виявляється нижче рівня можливої для CVD гостроти кромки, що можна порівняти зі спробою акуратно нарізати ковбаску тупим боком ножа.

Еволюція CVD покриттів йшла в трьох напрямках. Перше-це зниження негативного впливу покриття на міцність твердосплавних основи. Друге-поліпшення адгезії. Третє-можливість нарощування товщини шарів покриття для посилення захисних властивостей, бажано, не на шкоду двом першим завданням. [2]

Перші спроби підняти захисні властивості покриттів за рахунок нарощування товщини шару ТЗ не дали великого ефекту. Більший ефект був досягнутий від впровадження багатошарових покриттів CVD, де поверх шару карбіду титану TiC наносилися шари оксиду алюмінію Al_2O_3 і нітриду титану TiN (рис. 1.4) [2] При цьому перший шар покриття служив основою для створення гарної адгезії, а наступні шари посилювали захисні функції від різних факторів зносу. Оксид алюмінію, як дуже проста хімічна сполука з високою хімічною інертністю і температурною стабільністю, є ідеальним компонентом покриття для захисту твердого сплаву від дії високої температури і хімічних видів зносу.

Для перших покриттів CVD була характерна дифузія з компонентів основи в покриття в процесі нанесення. В результаті на кордоні твердого сплаву і покриття утворювався аморфний шар, багатий вільним вуглецем, так звана Ця-фаза, яка б знизилася адгезію і підвищує крихкість основи. Збільшене округлення різальної крайки кілька знижувало негативний ефект, але не вирішувало проблему. Практично повністю виключити утворення Ця-фази вдалося тільки з впровадженням модифікованого процесу CVD, коли нанесення першого шару покриття починається при знижених до $700^\circ C$ температурах. При таких температурах не виникає умов для дифузії компонентів основи і покриття, а виростає шар карбіду титану TiC отримує структуру у вигляді вузьких вертикальних кристалів, добре чинять опір зрушенню. Даний процес отримав

назву MT-CVD Адгезія MT-CVD покриттів значно вище. Для них не характерний такий вид зносу, як відшарування покриття.

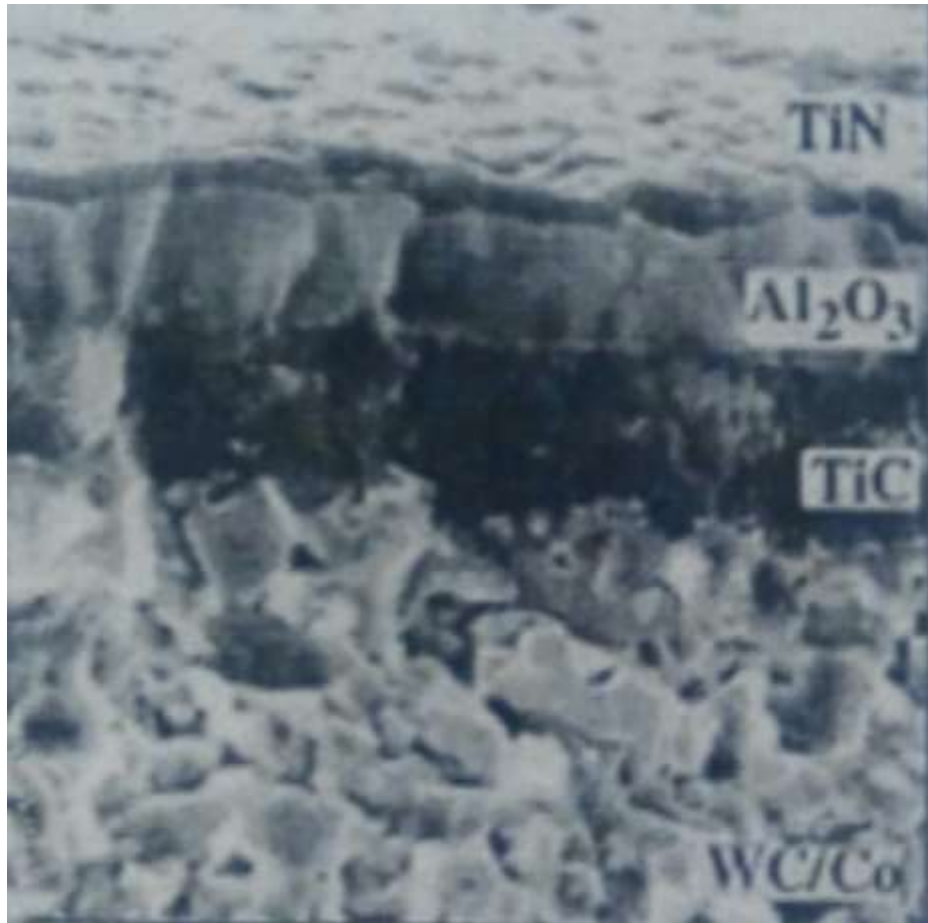


Рис. 1.4 Шари оксиду алюмінію Al_2O_3 і нітриду титану TiN

Інструменти з покриттям PVD з'явилися на початку 80-х років минулого століття. Популярність нового методу нанесення покриттів визначилася в першу чергу тим фактом, що PVD найбільш успішно поліпшує властивості тих ріжучих інструментів, де технологія CVD ефективна або марна. По-перше, PVD реалізується при принципово більш низьких температурах, що не перевищують 500°C , що дозволяє покривати як твердосплавні пластини, так і інструменти з швидкорізальних сталей і навіть просто деталі машин, що працюють в умовах інтенсивного тертя. По-друге, покриття PVD може бути нанесено на гостру кромку і внаслідок рівномірного характеру осадження не викликає її притуплення. Таким чином, даний тип покриттів може з успіхом

використовуватися для малорозмірних кінцевих інструментів. У той же час тонкий шар покриття PVD не може змагатися з більш потужними покриттями CVD, сумарна товщина шарів яких може досягати 22-25 мкм, тому донині поступається їм частку ринку змінних непереточуваних пластин. Вони мають гарну адгезію, не впливають на міцність основного інструментального матеріалу і навіть створюють сприятливі стискають напруги в поверхневому шарі. Найпростіші одношарові PVD покриття TiN зараз застосовуються для мітчиків і швидкорізальних фрез середньої продуктивності, які використовуються для обробки простих матеріалів на низьких швидкостях.

1.3.2 Лазерна обробка

Від звичайних теплових джерел лазерний промінь відрізняється високою щільністю потоку енергії близько $10^5 \dots 10^6$ Вт / см². Конструкції лазерних установок дозволили досягти щільності потужності лазерного випромінювання, потужності індукційних нагрівачів, дугової плазми і електронних променів. Це прискорило розвиток старих і розробку нових методів лазерної обробки матеріалів. Лазерне різання і свердління застосовуються зазвичай для обробки пластмас, кераміки, дерева, текстилю і металів, в той час як зварювання і поверхнева термічна обробка використовується, в основному, стосовно до металів і сплавів.

Лазерне випромінювання, потік фотонів високої інтенсивності передаються майже без втрат, завдяки низькій розбіжності випромінювання, до поверхні металів і, поглинаючись, перетворюються в теплову енергію, яка виділяється в тонкому шарі.

Можна проводити модифікацію поверхні: переплав, легування, нанесення покриттів, полірування. Відпал і гарт проводяться при збереженні металами твердого стану [4].

Для зварювання, різання, свердління, плавлення, скрайбування, загартування, гравіювання і підвищення якості поверхні використовується та обставина, що монохроматичне лазерне випромінювання оптично може бути сфокусовано в пляма дуже маленьким діаметром, при цьому досягається дуже висока щільність енергії і потужність. Для обробки матеріалів необхідна певна взаємодія з речовиною.

Вирішальною величиною при обробці є частка поглинання лазерного випромінювання, яке залежить від довжини хвилі випромінювання, температури і властивостей матеріалу. Залежно від температури, що досягається на поверхні, можуть використовуватися такі технології:

- теплова обробка, тепловий удар

$$T_0 < T_s; \quad (1.1)$$

- зварювання, переплавлення, поверхневе легування

$$T_s \leq T_0 \leq T_v; \quad (1.2)$$

- різання, свердління, фрезерування, скрайбування, підгонка, динамічне урівноваження, видалення матеріалу

$$T_0 > T_s, \quad (1.3)$$

де T_0 - температура на поверхні матеріалу; T_s - температура плавлення; T_v - температура випаровування [5].

Принцип лазерного термозміцнення полягає у впливі лазерного випромінювання на поверхню металу протягом короткого проміжку часу. Теплота поширюється вглиб металу, тонкий шар якого нагрівається вище температури аустенітних перетворень; теплота зберігається протягом часу, достатнього для розчинення вуглецю. У період нагрівання на поверхні формуються найбільші градієнти температур. Це головна умова для швидкого охолодження шляхом відведення теплоти вглиб металу. Як показано на рис. 1.5, зміцнена зона утворюється слідом за переміщенням променя лазера по поверхні металу.

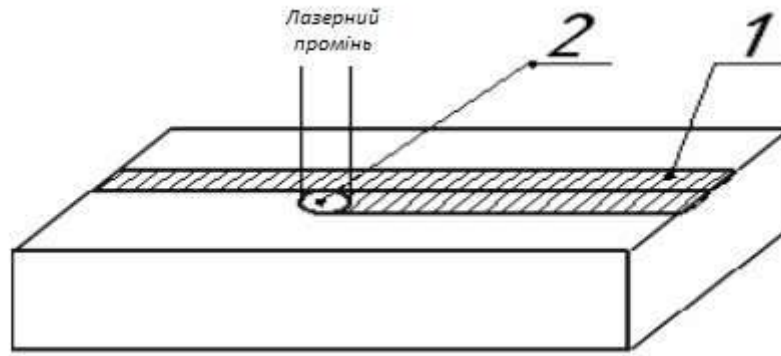


Рис. 1.5 Лазерне гартування металу: 1 - зона гартування; 2 - пляма фокусування лазерного випромінювання.

Повний цикл термообробки вимагає 1 ... 2 с. Найчастіше необхідно уникати термозміцнення вироби цілком. Максимальна глибина зміцненої лазером зони, як правило, 1 ... 2 мм. Зазвичай такий глибини досить для підвищення зносостійкості, міцності і втомної опірності. При цьому перевага даного методу полягає в тому, що властивості основного металу залишаються незмінними, у той час як твердість поверхні зростає.

Звичайні методи гартування, такі як поверхнева гарт полум'ям, індукційне гартування, часто викликають спотворення форми металу, що необоротно псує виріб або вимагає великих витрат на доведення. Цементация і азотування поверхні займають багато часу: для них потрібна висока точність підтримки газового складу. При цьому не можна обробляти великі площі.

Виявлено, що лазерна термічна обробка має ряд переваг в порівнянні зі звичайними методами.

Основна перевага швидкого нагріву тонкого поверхневого шару полягає в тому, що немає необхідності витрачати енергію на прогрівання всього об'єму матеріалу. Зона теплового впливу скорочується до мінімуму і зазвичай дуже незначна. спотворення поверхні також мінімальні в порівнянні з іншими методами.

Завдяки простому управлінню параметрами лазерного випромінювання, також легко можна керувати температурними полями поверхневої зони. Все це дозволяє зменшити температурні напруги.

У порівнянні з іншими джерелами тепла геометрія лазерного променя легко змінюється оптичними системами. Лазерний промінь передається на відстань, фокусується або розширюється спеціальними лінзами. Таким чином, діаметром променя можна управляти дистанційно. Його навіть можливо розділяти на кілька променів і направляти одночасно на різні ділянки деталі. Це свідчить про те, що лазерний промінь легко може досягати важкодоступні місця, включаючи внутрішні поверхні порожнистих виробів.

Можлива часткова гарт окремих ділянок поверхні без порушення прилеглих. При цьому швидко вибираються ділянки термозміцнення відповідно до заданої програми. Якщо необхідно загартувати потрібну поверхню, то вона може бути оброблена окремими ділянками один за іншим, як показано на рис. 1. Керуючи параметрами процесу, можна уникнути розривів перекриттів загартованих зон.

Лазерний промінь поширюється на великі відстані завдяки низькій розбіжності випромінювання. Він проникає через повітря та інші гази практично без втрат, не вимагає підтримки вакууму, як в разі електронного променя. Матеріал можна обробляти в газовій атмосфері будь-якого складу. Немає необхідності в механічному контакті оброблюваної деталі з елементами лазерної установки.

Загартування не вимагає спеціального охолодження такого, як водяне або масляне. Поверхня оброблюваної поверхні залишається чистою.

Практично всіма параметрами процесу можна керувати за допомогою комп'ютера, тому термічна обробка легко здійснюється в автоматичному режимі [6].

Як правило, всі сорти сталі, які загартовуються звичайними методами, можуть загартовуватися і лазерами. Однак у випадках лазерного термозміцнення велике значення має будова кристалічної решітки. Це необхідно знати перед

лазерною термічною обробкою. Час дифузії вуглецю дуже мало, тому сталі і чавуни з гомогенним розподілом вуглецю найбільш підходять для лазерного термозміцнення. Для швидкої аустенізації потрібна перлитна або бейнітного кристалічна структура. Низьковуглецевих сталі з вмістом вуглецю 0,3% зазвичай не піддаються загартовуванню. Максимальна твердість залежить від вмісту вуглецю. Для того щоб твердість збільшилася менш ніж на 1%, вміст вуглецю має бути в межах 2 ... 3%. Середньо- і високовуглецеві сталі оптимальні для лазерного термозміцнення.

Кількість легуючих елементів, таких як хром, марганець або молібден, впливають на закаливаемость. Зерна фериту можуть не піддаватися гарту через недостатню гомогенної аустенізації.

Для успішного лазерного термозміцнення інструментальних сталей потрібна спеціальна попередня обробка. Аустенітні і феритні сталі, що не виявляють γ - α фазові переходи, не піддаються загартуванню [4].

Останнім часом значне поширення отримав локальне нагрівання оброблюваного матеріалу випромінюванням лазера, що дозволяє зміцнювати локальні ділянки оброблюваних виробів в місцях їх зносу. При цьому досягається твердість, що перевищує твердість виробів після звичайної термічної обробки, а в не зміцнених ділянках зберігаються вихідні властивості [8].

Суцільно лазерне гартування по всій робочій поверхні деталі не завжди є оптимальною. Відповідно до принципу Шарпі, структура з окремих включень твердої, але тендітної структурної складової у в'язкій металевій матриці має високі антифрикційні, протизадирні параметри і характеристики зношування. Найкращі результати по зносостійкості матимуть поверхні з сіткою загартованих лазерних доріжок, що займає 20 ... 25% всієї площі [7].

У зоні, обробленої лазерним променем, спостерігаються ділянки зі зниженою твердістю протяжністю 0,2 ... 0,5 мм. Це підтверджує дані металографічних досліджень, що перехідна зона біля краю меніска при повторному впливі променя є зоною термічного впливу. Розміцнення ділянки

виявлені також і при дослідженні розподілу твердості по товщині зміцненого шару.

Наявність ділянок зі зниженою твердістю дозволяє усунути утворення тріщин при багаторазових нагрівах і охолодженнях, характерних для обробки променем лазера, так як це сприяє релаксації напружень, що виникли при такій обробці [8].

1.4 Аналіз можливості застосування технології плазмового зміцнення з рідкої фази для підвищення зносостійкості штамів холодного деформування

1.4.1 Сутність технології

Підвищення зносостійкості технологічної оснастки є актуальним і економічно обгрунтованою завданням. Вирішувати цю проблему можна з використанням технології фінішного плазмового зміцнення (ФПУ). Схема процесу приведена на рис. 1.6.

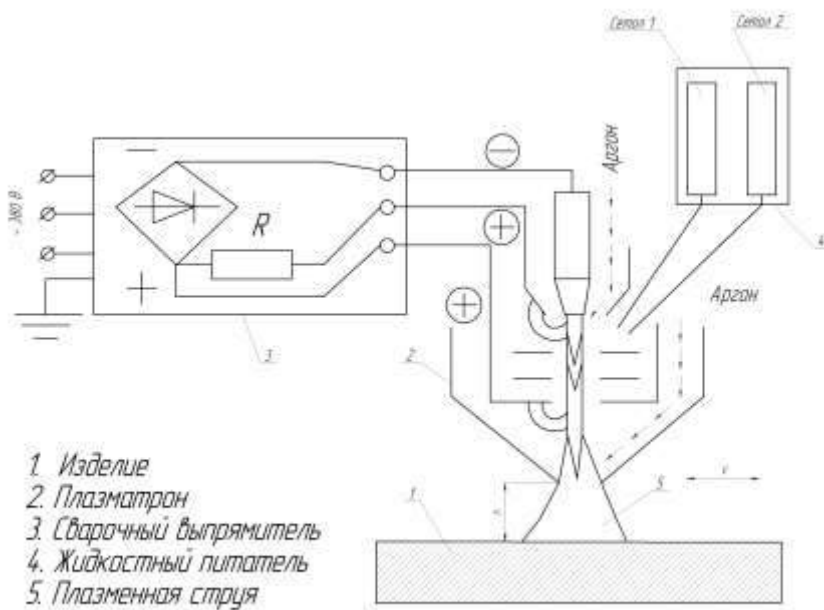


Рис. 1.6. Схема процесу

Сутність ФПУ полягає в нанесенні зносостійкого алмазоподібного покриття при атмосферному тиску. Покриття представляє собою продукт плазмохімічних реакцій парів реагентів пройшли через дугового плазмотрон. Ефект підвищення зносостійкості досягається за рахунок зміни фізико-механічних властивостей поверхневого шару. Зокрема збільшення мікротвердості, зменшення коефіцієнта тертя, створення стискають напруг, заліковування мікронеровностей і мікрошороховатість обумовленої механічною обробкою. Порівняльні характеристики зносостійких покриттів наведені на табл. 1.3.

Табл. 1.3. Порівняльні характеристики зносостійких покриттів

Характеристика	Тип покриття						
	TiN	TiAlN	TiCN	FIRE	Алмазне	MoS2	Сітол1 Сітол 2
Температура нанесення покриття, °C	450...500	350	450...500	450...500	900	< 100	100...150
Кількість слоїв	1	1	до 7	6	1	1	1
Колір	Золотий	Чорно-фіолетовий	Серо-фіолетовий	Красно-фіолетовий	Темно-серий	Серый	Переливаючийся
Товщина, мкм	1,5...3	1.5...3	4...8	3...4	1,5...2,5	0,2...0,5	1,5...2,5
Твердість, HV	2200	3300	3000	3300	10000	20...50	5600
Коефіцієнт тертя (по сталі)	0,40	0,30	0,35	0,30	0,20	0,05...0,15	0,03

Характеристика	Тип покриття						
	TiN	TiAlN	TiCN	FIRE	Алмазне	MoS2	Сітол1 Сітол 2
Теплопровідність, кВт/мК	0,07	0,05	0,10	0,05	2,00	< 0,10	0,09
Допустима температура різання, °C	< 600	< 800	< 450	< 800	< 600	< 800	<800
Область використання	Універсальне	Точіння, сверління	Фрезерування, сверління, різьборізанне	Універсальне	Фрезерування, різьборізанне	Сверління, різьборізанне, фрезерування	Зносостійкі корозійно стійкі сплави до 1000°C

З наведених даних випливає, що застосування методу ФПУ і також властивості зносостійкості плівки забезпечує значне підвищення зносостійкості оснащення та інструменту.

В роботі [8] за технологією ФПУ обробили три комплекти оснащення (пуансон-матриця) зі сталі Х12М які пройшли повний цикл виготовлення включаючи термічну обробку. Процес ФПУ здійснювали в ручному режимі шляхом переміщення плазмотрона вздовж зміцнюючих поверхонь. Завершенням ФПУ було поява інтерференційної картини на оброблюваних поверхнях.

Було встановлено, що застосування ФПУ забезпечило підвищення стійкості комплектів пуансон-матриці в 2,8-3,0 рази.

1.4.2 Властивості покриття

Матеріал покриття-оксікарбід кремнію в аморфному стані зберігає властивості при температурах виникають в процесах різання і штампування (201100 С) і має діелектричні властивості;

- Покриття має високу твердість, що перевищує твердість матеріалу інструменту при температурах різання (мікротвердість порядку 3380 кгс / мм²) Покриття є бар'єрним шаром, що перешкоджає схоплюванню при Адгезійний зносі в усьому діапазоні температур різання і штампування;

- Покриття інертно до розчинення в оброблюваному матеріалі при високих температурах;

- Покриття стійко до руйнування при значних коливаннях температури напружень (витримує максимальні контактні напруги до 4000МПа, що виникають при різанні); Покриття має хімічну спорідненість до матеріалу інструменту, що визначає високу міцність його адгезії;

- Покриття має з матеріалом інструменту оптимальне співвідношення по модулю пружності, коефіцієнтами Пуассона, лінійного розширення, тепло- і температуропроводимості;

- Покриття є інертною твердою змазкою, що змінює масштаб і механізм руйнування при адгезійно-втомному зносі, має низький коефіцієнт тертя 0,04-0,08 (по сталі ШХ15), завдяки чому забезпечується придушення процесів наростообразованія при різанні і налипання при штампування пресуванні.

1.4.3 Вплив фінішного плазмового зміцнення на зносостійкість штампів холодного деформування і інструмента

Плазмохімічне зміцнення (РСН), як альтернатива азотуванню, інструменту та технологічної оснастки, що забезпечує нанесення алмазоподібного тонкопленочного (до 3-х мкм) покриття в безвакуумном просторі при атмосферному тиску, відноситься до нових промислових технологій.



а)



б)

Рис. 1.7: а) до обробки, б) після обробки

Процес зміцнення інструменту, оснастки та деталей машин відбувається при інтегральній температурі нагріву виробів близько 100°C без зміни вихідної шорсткості вихідних поверхонь.

Основним принципом нанесення алмазоподібного тонкопленочного покриття, взятим за основу даної технології, є розкладання парів рідких технологічних препаратів, що вводяться в дугового плазмотрон, з подальшим проходженням плазмохімічних реакцій і утворенням покриття на виробі.

В якості вихідних речовин для отримання алмазоподібного покриття на основі оксікарбонітрида кремнію використовуються металоорганічні та органічні сполуки в рідкому стані. Витрата технологічних препаратів при роботі в одну зміну установки не перевищує 0,5 л / рік. Як плазмообразуючого газу, використовуваного в дуговому плазмотроне, обраний аргон, застосування якого ґрунтується на вимозі довговічності і надійності елементів плазмотрона при тривалому веденні процесу. При цьому стійкість катодного і анодного вузла плазмотрона при РСН досягає близько 1000 годин безперервної роботи. Однією з основних особливостей РСН, пов'язаної з підвищеними швидкостями охолодження осаждяемого покриття і наявністю елементів-аморфізаторів, є аморфне стан покриття, що наноситься, яке має підвищену твердість (до 53 ГПа), високий питомий електричний опір ($10^{10} \text{ Ом} \cdot \text{м}$), низький коефіцієнт тертя, володіє хімічної інертністю. Відомо, що в аморфних матеріалах відсутні дефекти, характерні для кристалічних тіл. У них немає кордонів зерен, дислокацій, їх структура гомогенна, дифузія по вакансіях більш скрутна, вони ізотропні. Аморфні покриття застосовуються в якості бар'єрних плівок, запобігають швидку дифузію. Пасивуючих плівок, що підвищують корозійну стійкість матеріалів і перешкоджають корозійного розтріскування під напругою і водневого охрупчіванню.

Наноситься алмазоподібні покриття, будучи діелектриком, утворює плівковий бар'єр, що перешкоджає захоплюванню контактируємих поверхонь. Крім того, це покриття має підвищену корозійну стійкість і жаростійкістю, що підтверджується тривалими випробуваннями зразків на повітряну корозію при температурах до 1000 - 1200°C.

1.5 Цілі і завдання дослідження

1. Визначити основні причини зносу пуансона і матриці для
2. Провести аналіз існуючих методів підвищення зносостійкості штампів холодного деформування.
3. Обґрунтувати доцільність застосування методу ФПУ для підвищення зносостійкості пуансона матриці.
4. Вибрати обладнання розробити процес ФПУ пуансона і матриці.
5. Провести ФПУ пуансон і матриці.
6. Визначити зносостійкість плівки

2. МАТЕРІАЛИ, ОБЛАДНАННЯ, МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Вихідні штампи, матеріал, хімічний склад, термічна обробка, властивості

У даній роботі дослідження проводили на комплекті штампового оснащення (пуансон і матриця) для отримання заготовок автомобільних гальмівних колодок. Конструкція матриць представлена на рис. 2.1, а пуансона на рис. 2.2.

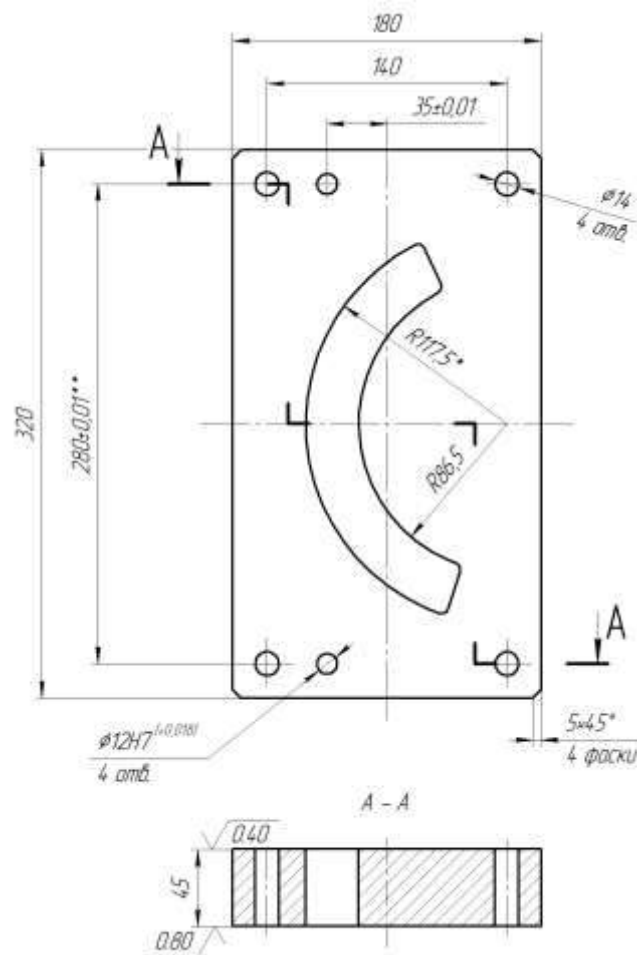


Рис. 2.1 Матриця

Матеріалом для даної оснастки використовували сталь Х6ВФ по ГОСТ 5950-2000. Сталь Х6ВФ застосовується для виготовлення широкої номенклатури інструменту і оснастки, що працюють в умовах холодної деформації.

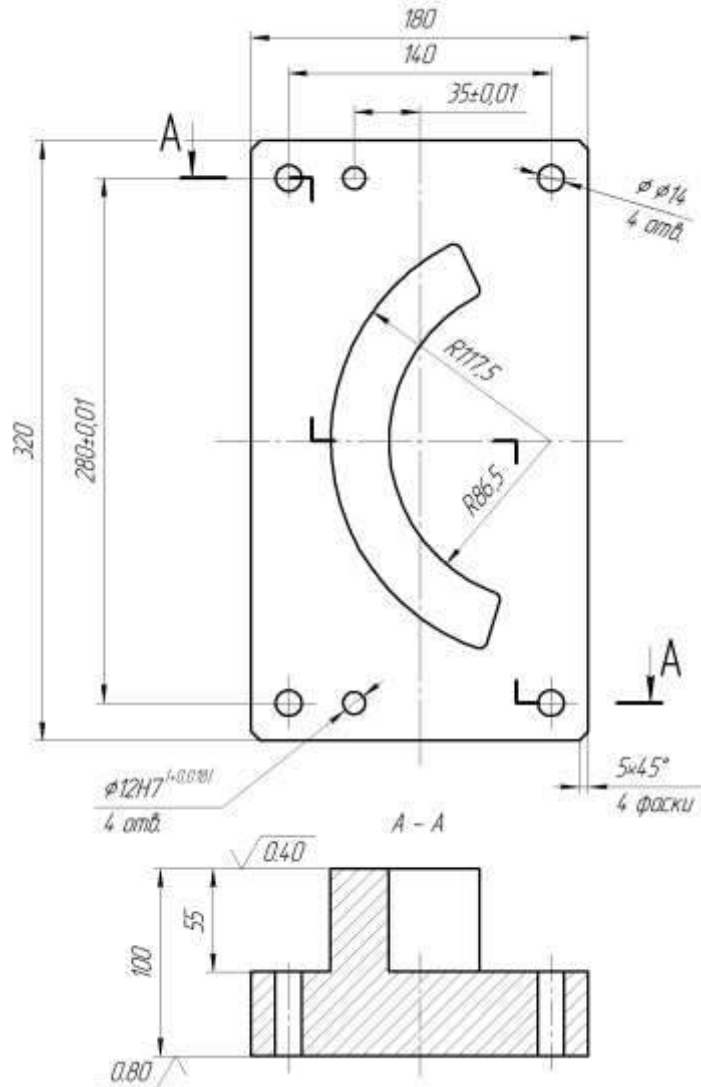


Рис. 2.2 Пуансон

Хімічний склад сталі Х6ВФ представлений в табл. 2.1

Вміст елементів, мас. %										
C	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	P	S	Si	V	W
1,05-1,15	5,5-6,5	≤0,3	0,15-0,45	≤0,3	≤0,4	≤0,03	≤0,03	0,1-0,4	0,5-0,8	1,1-1,5

Сталь Х6ВФ після гартування на первинну твердість ($T_{\text{зак}} = 960-990^{\circ}\text{C}$) і відпустки при температурі $180-200^{\circ}\text{C}$ володіє хорошим поєднанням високої міцності і в'язкості. Твердість штамів зі сталі Х6ВФ після відпустки становить 59-60 HRC, ударна в'язкість 80-83 Дж / см².

2.2 Оборудование для плазменного упрочнения технологической оснастки, инструмента, деталей машин ПУ-1

2.2.1 Установка ПУ-1

Установка предназначена для плазменного безвакуумного нанесения тонкопленочного (толщиной від 0,1 до 2 мкм) алмазоподібного (на основі оксикарбонітрида кремнію) покрытия методом плазменного зміцнення (ПУ) на інструмент, технологічне оснащення і деталі машин.

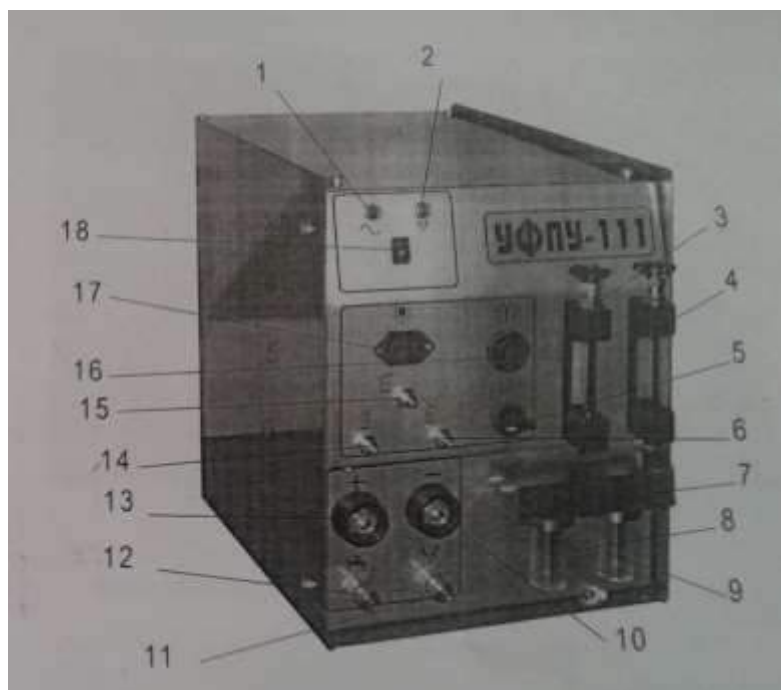


Рис. 2.3 Установка ПУ-1

Установка предназначена для работы в закрытых помещениях с искусственно регулируемым климатическими условиями на высоте до 1000 м над уровнем моря в

районах помірного клімату при температурі навколишнього повітря $+1^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря не більше 65% при температурі $+20^{\circ}\text{C}$.

ПУ піддаються виробі з інструментальних сталей (X12M, 40X, ХВГ, У8, Р6М5, Р18 і ін.), Твердих сплавів (Т15К6, Т5К10, ВК8 і ін.), А також з інших сталей і сплавів.

ПУ є фінішної операцією і проводиться після остаточної механічної, термічної та абразивні препарати виробів.

ПУ не підлягають виробі, що мають на зміцнюючих зонах сліди окислення, прижоги, задирки, відколи, затуплення, а також окисні і органічні покриття.

Основні технічні параметри установки ПУ-1

Напруга трифазної мережі для джерела струму, В.....	380 + 5%
Напруга двухфазной мережі живлення для блоку апаратури, маніпулятора, приладу контролю, В	220 + 10%
Споживана потужність, кВА, не більше	5
Номинальний робочий струм, А	100
Номинальна робоча напруга, В	40
Струм чергової дуги, А	до 20
Плазмобразуючий, що транспортує і захисний газ	аргон газоподібний (ГОСТ 10157-79, сорт вищий)
Загальний витрата аргону при тиску на вході 0,25 МПа (3,5 кг / см) л / хв, не більше	5
Охолодження плазмотрона і насадки	водяное.
Охолоджуюча вода повинна мати жорсткість не більше 3.566мг.екв., Електричне спротив не менше 2 кОм/см, нерозчинних опадів не більше 0,05 мг / л	
Номинальний тиск води, МПа (кс / смг)	0,35 (3,5)

2.2.2 Пульт управління з рідинним живильником

Пульт управління ПУ-1 містить рідинної живильник ПЖ-1, системи газорозподілу і регулювання. На передній панелі блоку апаратури розташовуються тумблер «Мережа» і лампи контролю «Наявність води», «Наявність газу», «Відсутність води», «Відсутність газу». Тумблери «підпал дуги» «Подача реагентів». Рідинної живильник, газові витратоміри № 1 і № 2-плазмообразующего і транспортує газів і роз'єми для підключення плазмотрона і насадки.

Рідинної живильник ПЖ-1 має корпус, в якому закріплені ємності для двокомпонентного-технологічного препарату Суміш (СМ 1 і СМ 2), а також є канали для проходження газу і парів реагентів Ємності для технологічних препаратів (склянки) фіксуються накидними гайками різьбовими втулками) і герметизуються гумовими кільцями. В неробочому стані ємності живильника герметично закриті спеціальними клапанами. Контакт рідких препаратів з повітрям повинен бути виключений, це забезпечується за допомогою лічильників води, а також за допомогою тумблера «Подача реагентів».

Електрична схема пульта управління забезпечує:

- безконтактне збудження чергової дуги за допомогою блоку підпалу дуги;
- стабільності горіння чергової дуги при струмі 10-20 А;
- гореніє чергової дуги при зниженому струмі після запалювання основний стислої дуги, що горить між вольфрамовим електродом плазмотрона і анодом насадки (після відпускання кнопки «Пуск»);
- блокування включення і відключення чергової дуги при відсутності охолоджуючої води і газу.

2.2.3 Плазматрон з насадкою

Плазматрон П-1 (рис. 2.4) містить соплову частину, що включає корпус і електродний частину, що включає корпус, електрод, і пристрій закріплення електрода, що складається з цанги, вставленої в тримач, і затискної втулки. Корпуси соплової і електродної частин з'єднані за допомогою накидної гайки і різьбової ізолюючої втулки, плазмобілизуючого сопла закріплено в корпусі соплової частини на різьбі. У середині соплової частини вставлена ізолююча втулка.

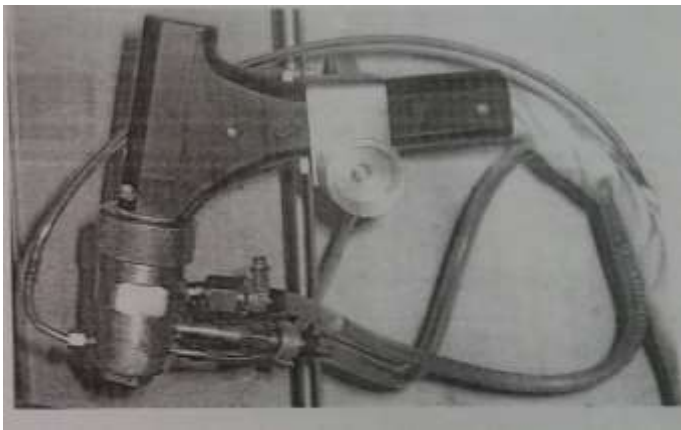


Рис. 2.4 Плазматрон П-1 з насадкою Н-01

Правильна робота плазматрона передбачає попередню настройку радіального і осьового положення кінця вольфрамового електрода щодо зовнішнього торця плазмобілизуючого сопла. Осьове заглиблення торця електрода щодо зрізу сопла повинно бути в межах 2-2,5 мм. Перед запалюванням чергової дуги в плазматрон подається охолоджуюча вода і плазмобілизуючий газ. Чергова дуга між вольфрамовим електродом і соплом збуджується за допомогою високовольтного іскрового розряду блоку підпалу дуги. Для надійної роботи плазматрона з насадкою ток чергової дуги повинен бути в межах 10-20 А.

Плазматрон П-1 з насадкою Н-01 має послідовну систему водяного охолодження.

Насадка Н-01, (рис 2.5) має корпус 9, який закріплюється за допомогою накидної гайки 1 і ізолюючої втулки 25 на плазмотроне 11-1. Розташовані у верхній частині корпусу 9 ізолююча втулка 2 і мідне опорне кільце 22, ізольоване від корпусу втулкою 3, призначені для фіксації насадки щодо корпусу плазмотрона 11-1. Межелектродні вставки 7, розташовані в ізоляторі 18, відокремлені один від одного, а також від анода 8, що знаходиться під потенціалом корпусу 9, і кільця 22, що перебуває під потенціалом плазмообразуючого сопла плазмотрона, ізолюючими опорними шайбами 5. Ізолятор 18 орієнтований в корпусі 9 по фасці щодо отворів для води. Фіксація анода 8 і втулки-формувача 14 в корпусі 9 здійснюється за допомогою нарізного кільця 15, а вставок 7, кільця 22, ізолюючих втулок 2 і 3-з допомогою різьбової втулки 23. Гумові кільця 4, 6, 16, 21 забезпечують герметизацію каналу водяного охолодження. Для ущільнення охолоджуючого каналу у втулці ізолюючої 3 і для ущільнення газової порожнини в різьбовій втулці 23 використовується один типорозмір гумового кільця 24. Для підведення і відведення води і струму служать ніпелі 19 і 20, закріплені в корпусі 9, Шланги приєднуються до Нішель накидними гайками з різьбою М16х1, 5. Підведення транспортує аргону з парами реагентів здійснюється через ніпель 10 і канали у втулці 14, Невикористані отвори в корпусі 9 заглушаються різьбовими пробками. Ущільнення вача 10 і пробок здійснюється гумовими кільцями 12. Подача захисного газу проводиться через ніпель 17, встановлений під вхідним (нижнім) водяним ніпелем, і далі-через канали у втулці 14 і різьбовому кільці 15. Орієнтація втулки 14 здійснюється за допомогою бічного (фіксуючого) гвинта в корпусі 9, встановленого під кутом 45° до осі ніпеля подачі води 19. Подача плазмообразуючого аргону виробляється по каналах плазмотрона П-1

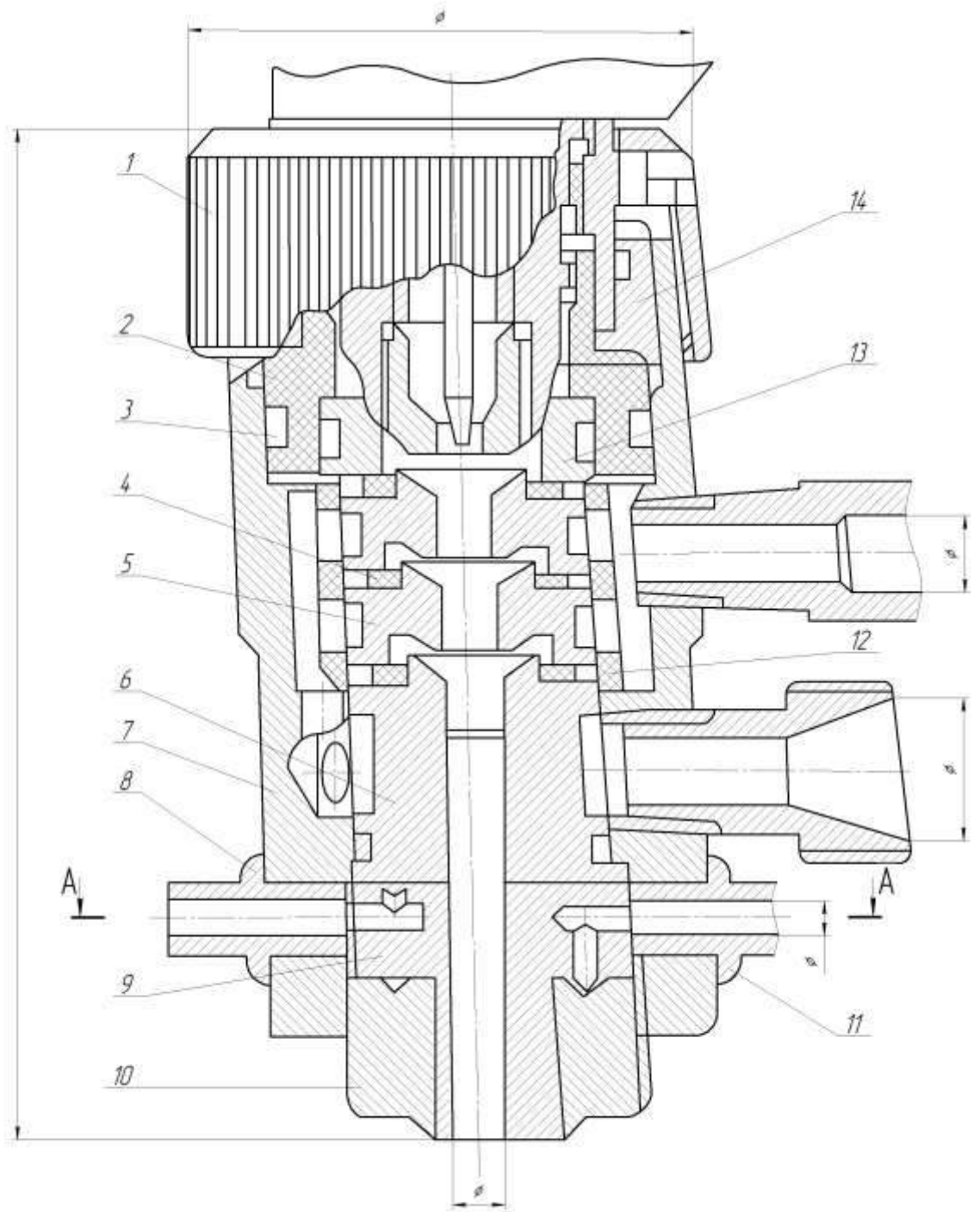


Рис. 2.5 Плазмотрон с насадкой

2.2.4 Джерело живлення

Джерело живлення TIG200P AC/DC (рис.2.6), в подальшому іменується «установка» використовується на змінному струмі для аргонодугового наплавлення.



Рис. 2.6 Джерело живлення

Установка забезпечує плавне регулювання величини зварювального струму, індикацію встановленого зварювального струму і струму дуги в процесі наплавлення. Продувку газового тракту протягом від 0 с до 2,0 з подальшим включенням вихідного напруги, регулювання плавного зниження струму в кінці наплавлення в межах від 0 с до 10 с, часу подачі газу після наплавлення протягом від 0 с до 10 с, безконтактний підпал дуги на постійному або змінному струмі, регулювання очищає і проплавляючої здатності дуги в режимі TIG-AC.

Установка виготовлена з ISO / IES 60974-1.

Основні технічні дані установки наведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 основні технічні дані установки TIG200P AC/DC

Найменування параметри	значення	
	DC AC	DC AC
Напруга живильної мережі, В	220	
Частота мережі, Гц	1-50 / 60	
Номінальний зварювальний струм в режимі TIG, А	200	200
Номінальна робочі напруга в режимі TIG, В	18	18
Номінальний режим роботи в TIG при циклі 5 хв, %	60	60
Найменший зварювальний струм в режимі TIG, А	10	10
Найбільший зварювальний струм в режимі TIG, А	200	200
Межі регулювання робочої напруги в режимі TIG, В	10,4-18,0	
Діаметр вольфрамового електрода, мм	0,8-4,0	
Номінальний зварювальний струм в режимі MMA, А	200	200
Номінальна робочі напруга в режимі MMA, В	28	28
Номінальний режим роботи в MMA при циклі 5 хв, %	60	60
Найменший зварювальний струм в режимі MMA, А	10	10
Найбільший зварювальний струм в режимі MMA, А	200	200
Межі регулювання робочої напруги в режимі MMA, В	20,4-28,0	
Діаметр штучного електрода, мм	2-5	
Очищаюча-проплавляючої здатність, %	20-80	
Напруга холостого ходу, В	56	
регулювання зварювального струму	плавне	
Максимальна споживана потужність, кВА	4,6	
ККД, %	85	

2.2.5 Прилад контролю товщини покриття

При виконанні технологічного процесу ПУ з нанесенням тонкопленочного покриття застосовують прилад контролю товщини покриття (рис. 2.7), такі матеріали, а також проводять підготовку і контроль:

- матеріали, які використовуються для процесу;
- стан зміцнюючих крайок і поверхонь;
- підготовка поверхні під нанесення покриття;
- режим технологічного процесу;
- процес нанесення покриття;
- вид і властивості поверхневого шару після нанесення покриття.



Рис. 2.7 Прилад контролю товщини покриття

Матеріали, що застосовуються в даному технологічному процесі, повинні відповідати технічним умовам на їх виготовлення.

Перевірити герметичність установки двокомпонентного технологічного препарату «Суміш». При закритих ємностях не повинен виявлятися запах препаратів.

Стиснене повітря, що використовується для охолодження оброблюваних виробів, повинен бути очищений від вологи і масла і відповідати 7 - 9 кл. забрудненості по ГОСТ 17433-80.

Перед початком обдування стиснене повітря перевірити на чистоту, для чого перед струменем стисненого повітря з магістралі на відстані 100 - 150 мм від вихідного отвору вентиля встановити лист фільтрувального паперу і зробити обдувку його протягом 30 - 60 с. На папері не повинно бути слідів масла, вологи, бруду. При їх наявності перевірити систему масловлагоотделенія.

Оброблювані поверхні не повинні мати слідів вологи, масла, бруду. Контроль виробляти візуально і за допомогою білої бязі.

Стан різальних крайок інструменту виробляти візуально при освітленості не менше 300 лк і з використанням лупи семиразового збільшення.

Контроль режимів ПУ і нанесення тонкоплівкового покриття

Контроль за витратою газів виробляти за показаннями ротаметрів, розташованих на блоці апаратури. При відхиленні витрати на 10% від номінального значення провести його регулювання вентилем відповідного ротаметра.

Контроль за величиною струму дуги при плазмовій обробці виробляти за показаннями амперметра джерела струму. При відхиленні величини струму більш ніж на 10% провести його регулювання

Контроль процесу нанесення покриття

В процесі нанесення покриття контролюються:

- нанесення покриття по всій площі, що підлягає зміцненню;
- загальний час нанесення покриття і час в кожному циклі;
- температура виробу (среднемассовая або на окремих ділянках);
- зміна товщини покриття в процесі його нанесення.

Контроль нанесення покриття по всій площі підлягає зміцненню здійснюється візуально за однотипною кольоровій гамі покриття.

Контроль загального часу нанесення покриття здійснюється за допомогою секундоміра або годинника з секундною стрілкою (за допомогою таймера, встановленого на пульті управління маніпулятором);

Температура виробу або його окремих ділянок контролюється за допомогою контактної термопари перед нанесенням покриття, після закінчення процесу нанесення покриття або між циклами обробки.

Контроль зміни товщини покриття в процесі його нанесення здійснюється тільки при механізованому веденні процесу ПУ при використанні приладу контролю нанесення покриття. Граничні значення показань приладу відповідають закінченню процесу обробки встановлюються користувачем за ПУ еталонних зразків, що мають однакову з зміцнюючими виробами конфігурацію і шорсткість поверхні і пройшли перевірку на підвищення експлуатаційної стійкості.

Контроль виду і властивостей поверхневого шару після нанесення тонкоплівкового покриття.

Вид обробленої поверхні повинен відповідати райдужної колірній гамі (переважно - рожево-зеленої), лущення і відшарувань. Контроль виробляти візуально при освітленості не менше 300 лк шляхом порівняння з еталоном якості покриття і з використанням лупи семиразового збільшення. Атестацію еталонів якості покриття виробляти щорічно.

Контроль мікротвердості поверхні після ПУ виробляти відповідно до ГОСТ 9450-76. Для отримання достовірних результатів навантаження на индентор повинна бути мінімальною - не більше $5 \cdot 10^{-2}$ Н (5 гс). Мікротвердість поверхневого шару з покриттям після ПУ повинна перевищувати вихідну мікротвердість не менше ніж в 1,2 рази при мінімальному навантаженні, зазначеної вище.

Контроль товщини покриття можна виробляти по косому мікрошліф з використанням профілографа-профілометра на зразках свідках. Товщина покриття повинна бути в межах 0,1 - 2 мкм.

Контроль твердості підкладки виробляти виміром відповідно до ГОСТ 23677-79 (твердість по Роквеллу). Після ПУ зменшення значення твердості в порівнянні з вихідною не повинно спостерігатися.

3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ФПУ ШТАМПОВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ГАЛЬМОВИХ КОЛОДОК

ПУ є технологією нанесення зносостійкого покриття на робочі поверхні інструменту, технологічного оснащення та інших виробів, схильних до зносу. Фізична сутність процесу полягає у впливі аргонowej плазмового струменя, що несе в собі пари сполук кремнію, поверхні підкладки, що призводить до осадження тонкопленочного аморфного покриття оксікарбонітрида кремнію. Термічний вплив плазмового струменя грає як позитивну, так і негативну роль. Чим вище температура поверхні підкладки, тим вища якість (в першу чергу, щільність) матиме покриття (за умови відсутності початкової появи окалини). Оптимальне термічний вплив на поверхню деяких матеріалів (наприклад, стали X12M) призводить до сприятливого перерозподілу карбідів хрому в поверхневому шарі. З іншого боку, надмірне термічний вплив може викликати появу тендітних фаз (охрупчівание), зниження твердості поверхневих шарів (відпустка) матеріалу. Тому, найбільш високих позитивних результатів при використанні технології ПУ можна досягти при оптимальному поєднанні і строгому дотриманні технологічних параметрів режиму. Виходячи з вищесказаного, всі параметри режимів ПУ можна розділити на дві групи: параметри налаштування установки і режими проведення процесу обробки.

Налаштування транспортує газу.

Транспортує газ призначений для перенесення парів реагентів від рідкого живильника до поверхні зміцнюваного виробу. Витрата транспортує газу в поєднанні з струмом дуги і витратою плазмообразующего газу є найважливішими параметрами, визначальними продуктивність процесу і якість покриття, що наноситься. Межі витрати транспортує газу визначаються поєднанням конструктивних особливостей рідинного живильника і насадки. Плавню, з витягами, збільшуючи від нуля витрата транспортує газу можна спостерігати за зміною факела плазмового струменя.

При першому включенні або після тривалого простою установки зміна кольору факела може відбуватися з деякою затримкою, так як пари реагентів відсорбуються стінками каналу. Колір факела змінюється, і довжина зони пофарбованої іонами вуглецю і кремнію збільшується, зі збільшенням витрати транспортує газу. Подальше збільшення витрати призводить до втрати правильності форми і тремтіння кінчика факела, потім в спокої з'являються червоні цівки, що свідчать про наявність в потоці плазми твердих частинок, і далі відбувається турбулізація потоку плазми. Оптимальна витрата транспортує газу забезпечується зменшенням його витрати до значення, при якому зникнуть червоні цівки і вібрація факела. Нормальна довжина пофарбованого факела плазмового струменя становить 15 ... 25мм.

Записуємо отримані значення витрат газів по ротаметр №1 і №2 в розподілах. Вимикаємо дугу за допомогою джерела струму. Прочищаємо спеціальним пристосуванням канал втулки-формувача насадка. На цьому перший етап завершений.

Етап 2. Визначення допустимої концентрації технологічних параметрів.

Для виконання цього етапу будуть потрібні кілька зразків (3 ... 5 шт.), Наприклад, з загартованої штампового сталі Х12М, виготовлених з дроту діаметром 15 ... 30 мм і довжиною 30 мм, відшліфованих по торцях з параметром шорсткості $R_a = 0,32-0,63 \mu\text{м}$. Зразки необхідно знежирити бензином і ацетоном, протерти сухою бяззю. Безпосередньо перед виконанням робіт зразки підігріти до температури 60 ... 80 °С.

В результаті виконання другого етапу визначається вузький інтервал витрати транспортує газу, що забезпечує оптимальне поєднання якості покриття, що наноситься і продуктивності процесу.

Реакції утворення покриття з парів проміжних продуктів розпаду технологічних препаратів можуть протікати в двох найімовірніших варіантах. При температурах в плазмовому струмені вище 3000°С і щодо малих концентраціях реагентів в аргоні ($0,006 \dots 0,008 \text{ г/м}^3$) формування покриття відбувається переважно на поверхні виробу з утворенням щільної плівки.

Зниження температури струменя або підвищення концентрації привади́т до утворення твердих (порошковий) частинок безпосередньо в струмені. При з осадженні на поверхні виробу порушується щільність покриття і погіршується адгезійна міцність покриття з поверхнею металу.

Якщо попередньо підігрітий зразок розташувати нерухомо під струменем на відстані приблизно 15мм від зрізу сопла і установка налаштована на режим по 1 етапу, то через деякий час на оброблюваній поверхні спостерігається утворення кольорових концентричних кіл з яскравими повторюваними райдужними квітами. Слід мати на увазі, що якісна плівка оптично прозора і не має власного кольору. Спостережуване явище - інтерференція світла (кільця Ньютана).

Експериментально встановлено, що оптимальною концентрації парів відповідає утворення плями «першого» зеленого (жовто-зеленого) кольору за час 15 ... 20 секунд. Якщо за 20 секунд в центрі плями не з'являється зелений колір, то слід збільшити концентрацію реагентів, тобто збільшити витрату транспортує газу. Якщо за 15 секунд в центрі з'являється друге зелене кільце (кольори починають повторюватися), слід зменшити витрату транспортує газу.

Робота з більшою концентрацією реагентів дуже ускладнена через швидке осадження порошкового нальоту на стінках каналу формується насадка і велику ймовірність осадження порошкової фази на поверхні виробу. Як правило, після нанесення покриття на 3 ... 4 зразках, вдається визначити межі регулювання витрати транспортує газу. Важливо зауважити, що витрата газу в значній мірі залежить від вхідного тиску, тому установка ПУ-1 забезпечені стабілізатором вхідного тиску газу. Крім того, незначний вплив можуть надавати сезонні фактори: температура охолоджуючої води, атмосферний тиск, вологість і температура повітря в приміщенні. Технологічні параметри з порушенням умов зберігання більш схильні до утворення порошкової фази (білого нальоту). Рекомендується контроль настройки установки за методикою етапу 2 проводити щодня перед початком роботи, а також при сумнівних ситуаціях (наприклад, при обробці поверхонь з параметром шорсткості R_a більше 1,25 мкм).

Етап 3. Уточнення параметрів настройки установки.

Не оптимальне співвідношення температури плазмового струменя і концентрації реагентів в ній може привести до підвищеного виділення в струмені порошкових частинок. Візуально це можна спостерігати як порушення дзеркальності обробленої поверхні, починаючи з деякої товщини покриття. Концентрація реагентів в центрі струменя завжди більше, тому на нерухомому зразку в центрі покриття формується значно швидше. Для рівномірного нанесення покриття зразок потрібно переміщати.

При тривалому ручному переміщенні зразка з кільцевими рухами під плазмовим струменем (відстань від зрізу сопла насадка 15 ... 20 мм) на поверхні утворюється кілька концентричних кіл з повторюється райдужної картиною покриття, але більш широких, ніж в попередньому випадку (етап 2). Якщо при появі в центральній частині зразка третього кільця зеленого (жовто-зеленого) кольору порушення дзеркальності не відбувається, режим підібраний правильно. Якщо в зоні третього зеленого кільця при спостереженні уздовж поверхні зразка з'являється матовість, необхідно провести корекцію встановленого режиму, а саме: або зменшити витрату транспортує газу (знизивши незначно продуктивність процесу), або збільшити витрату плазмообразуючого газу (збільшивши температуру в робочій зоні). Ці зміни можуть проводитися в межах 1 ... 3 малих поділок ротаметрів (маючи на увазі, що кожна ризику на мірної трубі ротаметра типу РМ-АІ відповідають чотирьом малим розподілам).

Якщо дзеркальність зразка зберігається, то після його охолодження (можна охолодити зразок у воді і потім просушити його поверхню) перевіряється щільність покриття шляхом нанесення краплі розчину мідного купоросу в зоні 2 ... 3 кільця. При якісному нанесенні покриття реакції висаджування міді не повинно виявлятися протягом 5-10 хвилин. Якщо мідь висадиться раніше, слід повторити досвід третього етапу, звертаючи увагу в першу чергу на підготовку зразка (стан поверхні, тріщини, знежирення, попередній підігрів).

При отриманні позитивного результату по етапу 3 значення витрат газу в розподілах ротаметрів заносяться в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 Значення витрат газу в розподілах ротаметрів

Номер ротаметра	Межі регулювання, справ	Робоча значення, справ.
1		
2		

На образце наносится «точка» (пятно) по методике этапа 2, изменяется диаметр пятна желто-зеленого цвета d и время его нанесения t . Расчетное значение производительности процесса ПУ определяется:

$$P = \frac{3,14d^2}{4t} \text{ [мм}^2\text{/с]} \quad (3.1)$$

і має приблизно відповідати продуктивності для групи виробів 2.

Мета розрахунку режимів полягає у визначенні основних параметрів нанесення тонкоплівкового зміцнюючого покриття при ПУ, а саме, загального часу нанесення і числа проходів плазматрона з насадкою для отримання покриття заданої товщини.

В процесі ПУ значення струму, витрати плазмообразующего і транспортує газів, дистанції обробки встановлюються і підтримуються постійними: ток - 100 А; витрата плазмообразующего газу - 1,5-2,0 л/мін, дистанція обробки 10-20 мм. Точні значення витрат газів встановлюються відповідно до рекомендацій додатка 2. Значення дистанції обробки в заданому діапазоні незначно впливає на якість покриття, що наноситься.

Швидкість переміщення плазматрона відносно виробу і продуктивність нанесення покриття з урахуванням заданої його товщини вибирається на підставі характеристик зміцнюючих поверхонь і об'єктів зміцнення (табл. 3.2 та 3.3).

У табл. 3.4 представлені типові моделі, які використовуються для визначення режимів ПУ, і відповідні приклади об'єктів зміцнення.

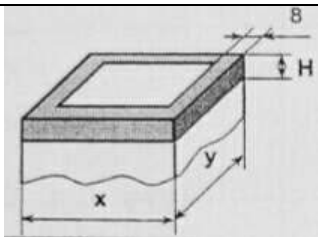
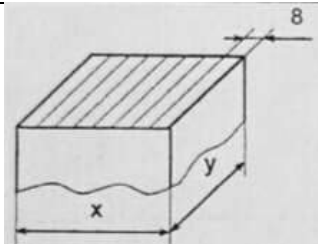
Таблица 3.2 Товщина покриття і продуктивність нанесення покриття для різних виробів

Объекты упрочнения	Толщина покрытия, мкм	Производительность нанесения покрытия, мм ² /с
Безззорные штампы, мелкоразмерный и высокоточный режущий инструмент	0,2...0,5	31,0...4,4
Типовой режущий инструмент, вырубные штампы	0,5...1,0	4,4...2,2
Формообразующая оснастка (литейные формы, прессформы)	1,0...2,0	3,4...1,7

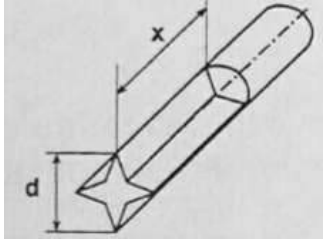
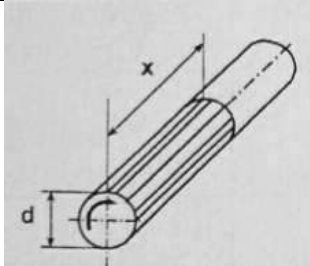
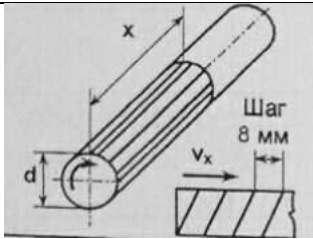
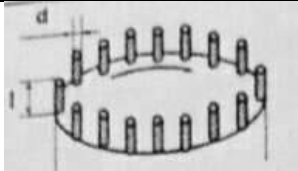
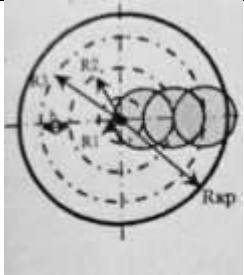
Таблица 3.3 Швидкість переміщення плазматрона відносно вироби в залежності від характеристик зміцнюючих поверхні

Характеристики упрочняемой поверхности	Скорость перемещения плазматрона, мм/с
Поверхности массивных изделий (формообразующие поверхности форм, прессформ, штампов и т.п.)	3...10
Режущие кромки вырубных штампов и крупногабаритного режущего инструмента	10...30
Поверхности типового режущего инструмента	30...40
Максимальная скорость перемещения не должна превышать 150 мм/с, что обусловлено газодинамическими процессами взаимодействия обрабатываемой поверхности и плазменной струи	

Таблица 3.4 Типовые модели объектов упрочнения

Номер модели	Типовые модели	Параметры объектов упрочнения
1	2	3
1		Штамп вырубной (упрочняется поверхность по периметру режущей кромки)
2		Штамп формообразующий, детали форм, прессформ (упрочняется формообразующая поверхность)

Продовження табл. 3.4

1	2	3
3		Фреза концевая, сверло, метчик, нож (упрочняется поверхность режущих кромок без вращения инструмента)
4		Развертка, метчик, многолезвийный инструмент (упрочняются цилиндрические поверхности режущих кромок при вращении инструмента и торцевая поверхность)
5		Детали типа «вал» (упрочняется цилиндрическая поверхность при перемещении плазматрона по винтовой линии)
6		Мелкоразмерный инструмент – сверла, метчики и т.п. (упрочняются поверхности режущих кромок при установке инструмента в оснастку)
7		Формообразующие изделия с поверхностью в виде круга (упрочняется торцевая поверхность с максимальной равномерностью наносимого покрытия по толщине)

Послідовність розрахунку

1. Визначення загального часу нанесення покриття на площу S_p :

$$t = S_p / P \text{ [c]} \quad (3.2)$$

2. Визначення числа проходів для нанесення покриття заданої товщини на площу S_p :

$$n = t/t_1 = tv/L_0 = 8tv/S_p \quad (3.3)$$

Значення продуктивності нанесення покриття P і швидкості переміщення плазмотрона v вибираються з таблиці 1.2. Визначення S_p ґрунтується на геометричних розмірах поверхні, на яку буде наноситься покриття з урахуванням того, що ширина смуги покриття дорівнює 8 мм, а також на підставі обраної типової моделі об'єкта зміцнення (табл.3).

Розрахунок поверхні S_p з використанням типових моделей

Штамп вирубний

Зміцнюються поверхні різальних крайок. Довжина смуги безперервного переміщення плазмотрона вздовж різальних крайок $l = 2x + 2y$. Якщо зміцнюється пуансон і матриця для вирубки виробу складної конфігурації, то l визначається як периметр рамок.

Площа $S_p = 8l + Hl$ [мм²]. H приймається рівною b_p , т.е. 8 мм (якщо в кресленні або завданні не вказано більшого значення) або кратне b_p . В більшості випадків $S_p = 16l$.

Розрахунок режимів ПУ.

Для нанесення рівномірного по товщині покриття на всій довжині смуги зміцнення, в тому числі на краях, рекомендується в процесі ПУ виводити плазмову струмінь за межі оброблюваної смуги як мінімум на 4 мм в кожную сторону. Це необхідно враховувати при розрахунку загального часу нанесення покриття.

Зміцнення пуансона вирубного штампа.

Нехай довжина периметра дорівнює 200 мм, товщина покриття $F = 0,3$ мкм, вирубують фігура має 4 кута. Тоді $l = 200 + 4 \cdot 8 = 232$. Приймаємо $H = 8$ мм. Площа $S_p = (8 + 8) \cdot l = 3712$ мм². Продуктивність нанесення покриття за даними табл.1 для заданої товщини покриття становить $P = 5$ мм²/с, тоді загальний час нанесення покриття $t = 3712/5 = 742,4$ с = 12,4 хв. Приймаємо швидкість переміщення

плазмотрона згідно табл. 2 $v = 4$ мм/с, тоді час одноразового проходу плазмотрона $t_1 = 3712/(8 \cdot 4) = 116$ с і число проходів плазмотрона складе: $742,4116 = 6,4 \approx 6$ проходів.

4. ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ШТАМПОВ ОБРОБЛЕНИХ МЕТОДОМ ФПУ

Порівняльні випробування обробленої ФПУ штампового оснащення для виготовлення пластин гальмівних колодок проводили в умовах підприємства ТОВ «Сиріус», що спеціалізується на випуску цієї продукції. Вирубку пластин виробляли на кривошипно-шатунного пресі типу КД-2122-250 кН, відкритому (С типу), простого дії з наступними характеристиками:

Номінальне зусилля преса, кН	-160
Найбільший хід повзуна, мм	-5,55
Частота ходів повзуна, в хв	-120
Товщина під штамповою плити, мм	-40
Маса преса, кг	-1325

Пластини виготовляли з листової заготовки (1250x120x3 мм) стали 3КП з твердістю 150-160 НВ.

За показник визначає зносостійкість штампів брали кількість виконаних штамповок до притуплених різальних крайок пуансона і матриці.

Встановлено, що до перешліфовки комплекту оснащення виготовленої але стандартною технологією кількість відштампованих пластин колодок залишило 8120 шт.

Комплект оснащення оброблених методом ФПУ забезпечив отримання 1 740 шт пластин колодок.

Таким чином, можна зробити висновок, що для даних умов експлуатацій застосування методу ФПУ забезпечує збільшення стійкості оснащення не менше ніж в 2 рази.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДІЛЯНКИ

5.1 Нормування операцій технологічного процесу

Для техніко-економічного обґрунтування ділянки, на якому виконують фінішне плазмене зміцнення штампової оснастки, штучного часу (тшт) . становить 2 години 42 хв.

Таблиця 5.1. Норма часу робіт ФПУ

Номер операції	Назва операцій	Тривалість операції, н. ч
1	Підготовчі роботи	1,4
2	Плазмена обробка	0,6
3	Транспортування	0,2
4	Контроль якості	0,5
Усього	Норма часу на одиницю виробу	2,7

5.2 Виробнича програма

Основа для розрахунку ділянки ФПУ є виробнича програма в штуках.

Виробнича програма ділянки задається виходячи із завдання, на основі визначення норм часу по виготовленню виробу, річна програма наплавних робіт $N = 9000$ шт. Розрахунок необхідних і покупних деталей наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Розрахунок виробничої програми плавлення

Найменування виробів	Норма часу на одиницю виробу, нормо-годин	Виробнича програма	
		Одиниць	Нормо-годин
Штампова оснастка	2,7	9000	24300
Всього	2,7	9000	24300

5.3 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки.

Номінальний річний фонд часу роботи обладнання для однозмінного режиму роботи прийнятий 2080 годин.

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання визначається за формулою:

$$F_{ЕФ}^{ОБ} = F_{ном} \cdot (1 - K_B), \quad (5.1)$$

де $F_{ном}$ – номінальний річний фонд часу роботи обладнання;

K_B – коефіцієнт витрат часу на ремонти та обслуговування обладнання.

Приймаємо $K_B = 0,07$.

$$F_{ЕФ}^{ОБ} = 2080 \cdot (1 - 0,07) = 1934,4 \text{ (годин)}$$

Розрахунок кількості одиниць обладнання певного типу здійснюється за формулою:

Розрахункова кількість наплавочного обладнання:

$$C_{роз} = \frac{\sum_i^m t_i N_i}{F_{ЕФ}^{ОБ}}, \quad (5.2)$$

де m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -тої операції;

$F_{ЕФ}^{ОБ}$ - готовий ефективний фонд часу роботи обладнання.

$$C_{роз} = \frac{0,6 \cdot 9000}{1934,4} = 2,79 \text{ (шт.)}$$

Прийняте кількість ПУ-1: $C_{\text{прий}} = 3$ шт.

Коефіцієнт завантаження устаткування визначається:

$$K_3 = \frac{C_{\text{роз}}}{C_{\text{прий}}}, \quad (5.3)$$

де $C_{\text{роз}}$ – розрахункова кількість обладнання;

$C_{\text{прий}}$ – прийнята кількість устаткування.

$$K_3 = 2.79/3 = 0,93$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці:

$$K_{3 \text{ средн}} = \frac{\sum C_{\text{роз}}}{\sum C_{\text{прий}}}, \quad (5.4)$$

де $\sum C_{\text{роз}}$ - сума розрахункової кількості обладнання;

$\sum C_{\text{прий}}$ - сума прийнятого обладнання.

$$K_{3 \text{ средн}} = \frac{2.79}{3} = 0,93$$

Всі результати розрахунків по устаткуванню приведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Розрахунок кількості обладнання, його вартості і потужності

Обладнання, модель	Кількість обладнання		Коеф. розван- таження, K_3	Потужність, кВт/г	
	$C_{роз}$	$C_{прий}$		Од. облад-ня	Всього облад-ня
ПУ-1	2,79	3	0,93	5	15
Разом	2,79	3	0,93	5	15

Вартість будівлі виробничого призначення визначають виходячи з обсягу, що визначається за прийнятою висоті прольоту, кількості одиниць обладнання та питомої площі, займаної одиниці обладнання, вартості 1 м² будівлі і ін.

При визначенні питомої площі, займаної одиницею обладнання, необхідно враховувати додаткову площу (проходи, проїзди), що припадає на одиницю обладнання. Вартість 1 м² будівлі виробничого призначення приймаємо рівною 1000 грн.

5.4 Розрахунок кількості персоналу ділянки

Визначаємо чисельність основних робочих, зайнятих на нормованих роботах плавильній ділянці.

$$R_o = \frac{\sum_i^m t_i N_i}{F_{E\Phi}^P}, \quad (5.5)$$

де m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -той операції;

N – річна програма випуску;

$F_{E\Phi}^P$ - річний ефективний фонд часу роботи одного робітника.

$$R_o = \frac{0,6 \cdot 9000}{1860} = 2.90 \text{ (осіб)}$$

$$R_o = \frac{1,4 \cdot 9000}{1860} = 6.77 \text{ (осіб)}$$

Приймаємо 10 осіб.

Чисельність допоміжних робітників розраховується по нормам обслуговування.

Чисельність інженерно-технічних робітників визначається за штатним розкладом.

Прийнята кількість основних робітників – 10, допоміжних – 2, ІТП – 2.

Розрахунок чисельності працівників наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Зведена чисельність чисельності робітників

Професія	Форма оплати праці	Чисель- ність, чол.	У тому числі за розрядами					
			II	III	IV	V	VI	VII
Основні робочі Оператор ФПУ Техніки	відрядно – преміальною	3 7		7		3		
Всього		10		7		3		
Допоміжні Робочий	погодинна	2		2				
Всього		2		2				
ІТП Бригадир Контролер	штатний склад	1 1				1	1	
Всього		2				1	1	
Всього по ділянці		14		9		4	1	

5.5 Матеріальні витрати

Розрахунок необхідних основних зварювальних матеріалів наведено в таблиці 5.5 балансова вартість покупних виробів визначається сумою преїскурантної і транспортно-заготівельних витрат - 5%.

Таблиця 5.5 - Розрахунок потреби основних і допоміжних матеріалів та їх вартості

Найменування матеріалу, марка	Норма витрат		Ціна матеріалу, грн	Вартість матеріалу на програму, грн.
	На виріб	На програму		
Суміш 1 Суміш 2	0,0012	11 флакона	9250	101750
Аргон	0,012	104 балона	330	34320
Електроренергія	1,16	10400 кВт	17,22	179088
Вода	41,6	374,400 л	2,71	1014624
Разом				1 329 782

5.6 Вартість основних засобів

Вартість приміщення: з розрахунку 1000 грн. за 1м² вартість приміщення площею 42 м² дорівнює 42000 грн.

Розрахунок кількості обладнання, його вартості і потужності наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Розрахунок кількості обладнання, його вартості і потужності

Обладнання, модель	Кількість обладнання		Коеф. розван- таженн я, К _з	Ціна за прейскурантом, грн		Потужність, кВт/г	
	С _{роз}	С _{прий}		Од. облад-ня	Всього облад-ня	Од. облад-ня	Всього облад- ня
ПУ-1	2,79	3	0,93	691900	2075700	5	15
Разом	2,79	3	0,93	-	2075700	-	15

Балансова вартість обладнання:

$$Q_{np} = 2075700 \cdot 1,15 = 2387055 \text{ грн}$$

Балансова вартість виробничого інвентарю приймаємо 2% від вартості обладнання, а господарського 330грн. на одного працівника.

$$Q_{np} = 2387055 \cdot 0,02 + 330 = 48071.1 \text{ грн}$$

де 330- вартість господарського інвентарю, грн.

Балансова вартість цінного інструменту становить 5% балансової вартості обладнання:

$$Q_{np} = 2387055 \cdot 0,05 = 119352.75 \text{ грн}$$

Основні фонди ділянки і розрахунок амортизаційних відрахувань наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 - Основні фонди ділянки їх структура і амортизаційні

Групи основних фондів	Балансова вартість, грн	Структура, %	Термін експлуатації, років	Річні амортизаційні відрахування, грн
Приміщення	42 000	1,84	40	1050
Виробниче обладнання	2 075 700	90,84	20	103785
Інструмент і пристосування	48071,1	2,1	10	4807,1
Виробничий інвентар	119352,75	5,22	5	23870,55
Разом	2 285 123,85	100		133 512,65

5.7 Заробітна плата

Сума заробітної плати, яка виплачується робітникам підприємства, утворює фонд оплати праці.

Основний фонд заробітної плати основних робітників – відрядників розраховується за формулою:

$$Z_{\text{відр}} = N \sum_{i=1}^6 P_i, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де N – річна виробнича програма виробів, одиниць. $N = 9000$;

P_i – розцінка на i -ту операцію, грн;

B – кількість операцій технологічного процесу.

Розцінка на операцію розраховується за формулою:

$$P_i = C_i \cdot t_i, \text{ грн} \quad (5.7)$$

де C_i – часова тарифна ставка i -того розряду, грн;

t_i – норма часу на i -ту операцію, н-годин.

Розрахунок по операціях зводимо до таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Розрахунок розцінок по операціям

Найменування операції	Норма часу, н-годин	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн	Розцінка, грн
1.Підготовчо-заклучні роботи	1,4	3	20-30	28
2.Наплавочні роботи	0,6	5	45-50	27
3.Транпортування	0,2	3	20-30	4
4.Контроль	0,5	5	45-50	22,5
Усього	2,7	-	-	81,5

Результати розрахунків підставляємо до формули (5.6):

$$З_{\text{відр}} = 9000 \cdot 81,5 = 733500 \text{ (грн)}$$

Основний фонд заробітної плати допоміжних робітників, які знаходяться на погодинній оплаті праці, розраховується за формулою:

$$З_{\text{погод}} = C_1 \cdot F_{\text{др}} \cdot R_{\text{дон}} \cdot K_{\text{тар.сер.}}, \text{ грн} \quad (5.8)$$

де C_1 – часова тарифна ставка i -го розряду, грн;

$F_{\text{др}}$ – дійсний річний фонд часу роботи одного робітника, грн.

$$F_{\text{др}} = 1830 \text{ год};$$

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

$K_{\text{тар.сер.}}$ – середній тарифний коефіцієнт, що знаходиться за формулою:

$$K_{\text{тар.сер.}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i \cdot R_{\text{дон.}i}}{R_{\text{дон}}}, \quad (5.9)$$

де: m – кількість розрядів допоміжних робітників. $m = 1$ (див. табл. 5.3);

K_i – тарифний коефіцієнт i -го розряду. $K_i = 1,5$ (тарифний коефіцієнт 3-го розряду);

$R_{\text{дон.}i}$ – чисельність допоміжних робітників i -го розряду, осіб.
 $R_{\text{дон.}i} = 2$ (див. табл. 5.4);

$R_{\text{дон}}$ – чисельність допоміжних робітників, осіб. $R_{\text{дон}} = 2$ (див. табл. 5.4).

$$K_{\text{тар.сер}} = \frac{1,5 \cdot 2}{2} = 1,5$$

$$З_{\text{позод}} = 20,64 \cdot 1830 \cdot 2 \cdot 1,5 = 113\,313,6 \text{ (грн)}$$

Планувальні доплати і премії приймаються у розмірі (50-60)% від основної заробітної плати. Премії з прибутку складають для робітників – 15% до основної заробітної плати, для керівників та спеціалістів – 40%.

Результати розрахунків фонду оплати праці зводимо до таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – Фонд оплати праці

№	Категорія працюючих	Кількість працюючих, осіб	Тарифний фонд з/пл, грн	Доплати, доп. з/пл, премії, грн	Річний фонд з/пл, грн	Середня з/пл за місяць, грн
1	Основні	10	733 500	366 750	1 100 250	9 168,75
2	Допоміжні	2	113 313,6	56 656,8	169 970,4	7 082,1
3	ІТП	2	152 128	76 064	228 192	9 508,3
Всього		14	998 941,6	499 470,8	1 498 412,4	8 919,12

5.8 Собівартість наплавлювальних робіт

В цьому розділі розраховують усі витрати виробництва, які припадають на одиницю продукції і на виконання виробничої програми в цілому.

Собівартість виробу визначається всіма затратами ділянки за такими статтями прямих та непрямих витрат.

Прямі витрати: основні і допоміжні матеріали, основна заробітна плата основних робітників і додаткова заробітна плата, відрахування на соціальні заходи.

До непрямих витрат відносять: витрати на утримання і експлуатацію обладнання, загальновиробничі витрати.

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання

$$\Sigma \text{ОПР} = 300\% \cdot \text{ОП}_{\text{ор}} = 244,5 \text{ грн} \quad (5.10)$$

Витрати за змістом і експлуатації устаткування складаються в кошторисі.

Утримання обладнання і працюючих включають в себе:

Затрати на електроенергію находим по формулі:

$$З = C \cdot W \cdot F_{\text{эф}}^{\circ} \cdot K_z \cdot K_s; \quad (5.11)$$

де $C = 17,22$ грн. – вартість 1 кВт електроенергії;

$W=15$ – потужність всього обладнання

$F_{\text{эф}}^{\circ}$ – ефективний фонд роботи обладнання за рік, ч.

$K_z = 0,93$ – коефіцієнт завантаження устаткування за часом.

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

$$З = 17,22 \cdot 15 \cdot 1934,4 \cdot 0,93 \cdot 0,8 = 371\,743,71 \text{ грн.}$$

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

$$\Sigma \text{ОПР} = 200\% \cdot \text{ОП}_{\text{ор}} = 163 \text{ грн} \quad (5.12)$$

Калькуляція собівартості наведена в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 - Калькуляція собівартості наплавлювальних робіт покриттям
Сітол 1+2

№	Найменування статей витрат	Витрати	
		на програму, грн	на одиницю, грн.
1.	Допоміжні і основні матеріали	1 329 782	174,75
2.	Тарифна заробітна плата основних працівників	733 500	81,5
3.	Доплати, додаткова заробітна плата, премії основних працівників	366 750	40,75
4.	Відрахування на соціальні заходи	242 055	26,90
5.	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	2 200 500	244,5
6.	Загальновиробничі витрати	1 467 000	163
7.	Паливо і енергія на технологічні цілі	13 500	1,5
	Виробнича собівартість	6 596 100	732,9

Таблиця 5.11 - Калькуляція собівартості наплавлювальних робіт TiN

№	Найменування статей витрат	Витрати	
		на програму, грн	на одиницю, грн.
1.	Допоміжні і основні матеріали	855 000	95
2.	Тарифна заробітна плата основних працівників	729 000	81
3.	Доплати, додаткова заробітна плата, премії основних працівників	364 500	40,5
4.	Відрахування на соціальні заходи	240 570	26,73
5.	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	1 222 650	135,85
6.	Загальновиробничі витрати	748 800	83,2
7.	Паливо і енергія на технологічні цілі	371 700	41,3
	Виробнича собівартість	4 613 220	512,58

5.9 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

Відносні показники вважаємо за такими формулами:

Фондовіддача:

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{C_n - C_{м.п.}}{\Phi_{\text{осн.}}} \quad (5.13)$$

де: C_n - повна собівартість продукції за рік;

$C_{м.п.}$ - вартість напівфабрикатів і матеріалів

$\Phi_{\text{осн.}}$ - вартість основних фондів.

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{6\,596\,100 - 1\,329\,785}{2\,285\,123,85} = 2,30 \text{ грн.}$$

Продуктивність праці одного працівника:

$$E = \frac{C_n - C_{м.п.}}{\sum K} \quad (5.14)$$

де: C_n – повна собівартість продукції за рік;

$\sum K$ - кількість працівників.

$$E = \frac{6\,596\,100 - 1\,329\,785}{14} = 376\,165,36 \text{ грн.}$$

Фондомісткість:

$$\Phi_{\text{ем}} = \frac{\Phi_{\text{осн.}}}{C_n - C_{м.п.}} \quad (5.15)$$

$$\Phi_{\text{см}} = \frac{2\,285\,123,85}{6\,596\,100 - 1\,329\,785} = 0,43 \text{ грн.}$$

В таблиці 5.12 наведені техніко-економічні показники наплавочної ділянки.

Таблиця 5.12 Техніко-економічні показники

Показники	Одиниця виміру	Показники
1. Річний випуск продукції:	шт. компл.	9000
- за кількістю		
- по трудомісткості	Годин	24300
2. Виробнича площа ділянки	м ²	42м ²
3. Вартість основних фондів	грн.	2 285 123,85
4. Чисельність працівників	Чол.	14
- Основних	Чол.	10
- Допоміжних	Чол.	2
-ІТР	Чол.	2
5. Загальний фонд заробітної плати	грн.	1 498 412,4
6. Середньомісячна заробітна плата працівників	грн.	8 919,12
7. Продуктивність роботи працівника	Грн.	376 165,36
8. Фондовіддача	Грн./чол.	2,30
9. Коефіцієнт завантаження обладнання		0,93
10. Фондомісткість	Грн.	0,43
11. Собівартість одиниці виробу	Грн./шт	732,90
12. Економічний ефект	Грн.	1 315 170

Визначення економічного ефекту від впровадження технології фінішного плазменного зміцнення штампової оснастки:

$$E = C_1 \cdot N - C_2 \cdot N \cdot K, \quad (5.16)$$

де $C_1 = 420$ – собівартість одиниці продукції по базовому варіанту, грн.

C_2 – собівартість одиниці продукції по новому варіанту, грн.;

$N = 9000$ – річний обсяг продукції;

$K = 1/2$ – коефіцієнт зносостійкості деталі з напиленням Сітол 1+2 з TiN.

$$E = 512,58 \cdot 9000 - 732,90 \cdot 9000 \cdot 1/2 = 1\,315\,170 \text{ грн.}$$

Отже розроблений техніко-економічний розрахунок фінішного плазменного зміцнення штампової оснастки при штучному часі становить 2 години 42 хв.

Собівартість продукту становить 732,90 грн.

Економічний ефект 1 315 170 грн при обсягу продукції у 9000 одиниць. Ці данні були отримані завдяки поліпшенню технології зміцнення штампової оснастки пуансон-матриці методом фінішного плазменого зміцнення покриттям Сітол 1, Сітол 2 порівняно з TiN покриттям.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці, при підвищенні стійкості штампової оснастки методом фінішного плазменного зміцнення.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Можливість ураження електричним струмом. Основними причинами можуть бути не виконання правил електробезпеки, не використання індивідуальних засобів захисту, відсутність захисного заземлення, частково оголені дроти, неізольовані скрутки, пробій ізоляції.

б) Небезпеки які пов'язані з налаштуванням дослідницької установки ПУ-1, зокрема допуск до проведення досліду осіб, які не мають фахової підготовки, які не пройшли навчання та перевірку знань по охороні праці, що може привести до аварійних ситуацій з негативними наслідками для дослідника.

в) Небезпеки які пов'язані безпосередньо з проведенням процесу зміцнення, зокрема ураження електричним струмом при порушенні правил з електричної безпеки при роботі на ПУ-1.

г) Небезпеки які пов'язані з використанням ПК для отримання даних зокрема допуск обчислювальної техніки осіб, які не ознайомилися з нормативно правовими актами, картами ризику та інструкціями з експлуатації обладнання, що може привести до нещасних випадків з негативними наслідками для дослідника.

г) Незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної забрудненості. Це може призвести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, а в результаті і до травмування. Незадовільні метеорологічні параметри, повітряного

середовища, внаслідок не ефективного використання системи опалювання та кондиціювання.

- д) Можливість загорянь внаслідок порушень правил пожежної безпеки.
- е) Небезпеки які притаманні надзвичайні ситуації.

6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) З метою забезпечення електробезпеки обов'язковим виконання таких засобів є:

Електрообладнання дослідницьких ділянок, ділянок нанесення наплавлень, ділянок електрошлакової плавки і т.д., повинні відповідати вимогам НПАОН 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», ДСН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів» і ін. чинним нормативним актам.

Експлуатацію та ремонт електроустановок повинні проводити спеціально навчений персонал (вимоги до персоналу повинні відповідати ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»).

Для кожної електроустановки повинні бути зроблені експлуатаційні схеми нормального та аварійного роботи. В електричних схемах повинні бути передбачені захисні електроприймачі від перевантажень і коротких замикань.

Електричне обладнання повинні бути заземлені відповідно до ПУЕ-2013.

Всі неізолювані струмопровідні елементи електрообладнання повинно бути надійно обгороджено суцільними огорожами, зняття або відкриття яких можливо тільки за допомогою спеціальних пристроїв. Друге рішення - розташування на недоступній висоті (більш ніж на 3 м). Умови роботи на ділянках зварювальних і наплавочних робіт характеризується підвищеною запиленістю через генерації аерозолів при роботі зварювального устаткування або

наплавочного. У цих умовах електрообладнання повинно використовуватися в пилозахисні виконанні.

При виконанні робіт, що стосуються можливості ураження електричним струмом, необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту відповідно до НПАОП 24,9-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», НПАОП 40.1-1.01.97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок». Наприклад: діелектричні килимки та ін.

Проводка для трансформаторів може бути тимчасовою і постійною, але на всій її протяжності вона повинні бути піднята на висоту, яка забезпечує недосяжність (> 3 м). Спуск проводів виконується по колонах для виключення механічних пошкоджень, застосовують шланговий провід.

Зварювальні дроти повинні бути гнучкими, з легкої і міцної ізоляцією.

Включення джерел живлення зварювального поста здійснюється тільки через рубильник.

б) Заходами попередження механічних травм при знаходженні в виробничих приміщеннях. Заходи полягають у безумовному виконанні інструкцій з техніки безпеки, проведення усіх видів інструктажів через певних термін, що залежить від виду робіт (на ділянці 1 раз на 6 місяців).

При виконанні ФПУ основним заходом попередження механічного травмування є використання засобів індивідуального захисту.

Спецодяг та індивідуальні захисні засоби відповідно до ГОСТ12.4.103 - 83 «Одяг спеціальний захисний, засоби індивідуального захисту ніг і рук».

Брезентові захисні костюми ГОСТ 12.4.221-2002 «Одяг спеціальний для захисту від підвищених температур теплового випромінювання, конвективної теплоти».

Щитки захисні ГОСТ 12.4.035 78 «Щитки захисні лицьові для електрозварників».

Рукавиці брезентові ГОСТ 12.4.010-75 «Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні».

Спеціальне взуття (черевики, напівчоботи) із захисним носком згідно ДСТУ 10998-2004 «Взуття спеціальне шкіряне для захисту від механічних пошкоджень» Взуття зварника повинно бути з глухим коміром.

в) Для безпеки роботи на установці корпус блоку апаратури та корпус блока контролю заземлюється, через сіткову вилку за трьохпроводною схемою з заземленням чи через окремий дріт який закріплюється до задньої панелі ПУ і БК через болт заземлення.

г) Працівник під час роботи з електронно-обчислювальною технікою зобов'язаний:

- виконувати тільки ту роботу, яка була йому доручена, і щодо якої він був проінструктований;
- на протязі всього робочого дня підтримувати порядок і чистоту на робочому місці;
- тримати відкритими всі вентиляційні отвори обладнання;
- зовнішній пристрій "миша" застосовувати тільки за наявності спеціального килимка;
- за необхідності припинення роботи на деякий час коректно закрити всі активні завдання;
- вимикати живлення тільки в тому випадку, коли працівник під час перерви в роботі на ПЕОМ змушений перебувати у безпосередній близькості від відеотерміналу (менше 2 м); якщо це не так, дозволяється живлення не вимикати;
- додержуватись відстані від очей до екрану в межах 60 - 80 см;
- дотримуватись вимог санітарних норм режиму праці та відпочинку, регламентованих перерв у роботі, виконувати під час цих перерв рекомендовані вправи для очей, шиї, рук, тулуба, ніг.

Регламентовані перерви у роботі: для розробників програм тривалістю 15 хвилин через кожну годину роботи за ВДТ, операторів ЕОМ тривалістю 15 хвилин через кожні дві години роботи за ВДТ, для операторів комп'ютерного набору тривалістю 10 хвилин після кожної години роботи за вдт.

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.

г) Заходи щодо забезпечення санітарних норм мікроклімату розробляються відповідно до вимог ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Для нормалізації параметрів повітряного середовища в проекті передбачено: пристрій технічних систем, які повинні забезпечувати параметри повітряного середовища відповідно до норм, які вказані в таблиці 6.1, згідно СНиП 23-01-99 «Будівельна кліматологія»

Таблиця 6.1 Оптимальні фізичні параметри навколишнього середовища цеху.

Період року	Температура, °C	Відносна вологість %	Швидкість, м/с
Холодний	18-22	40-60	0,1 – 0,3
Теплий	20-23	40-60	0,1-0,4

У теплий період року для зниження температури повітря в робочому просторі необхідно використовувати природну вентиляцію, або загальнообмінну припливну витяжну вентиляцію відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони». У холодний період року використовуються системи водяного опалення відповідно до СНиП 2.04.05-91 «Опалення, вентиляція і кондиціонування».

Незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної забрудненості. Це може привести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, а в результаті і до травмування.

Для забезпечення необхідного рівня виробничого освітлення слід дотримуватися вимог ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування ». Вибір джерел освітлення виконується в залежності від розмірів виробничого приміщення. Рекомендовано використовувати лампи типу ДРЛ – 250-400 лм., які встановленні у світильник типу РСР.

6.4 Заходи з пожежної безпеки.

д) На ділянці, де відбувається фінішне плазмене напилення небезпечними чинниками пожежі є:

- відкритий вогонь;
- іскри і частки розплавленого металу, які виникають при електрозварюванні;
- підвищена температура виробів, які піддаються напиленню.

Пожежна безпека на ділянці може бути забезпечена сукупністю заходів, спрямованих на попередження пожеж, запобігання поширення вогню в разі виникнення пожеж і створення умов, що сприяють швидкій ліквідації пожежі, що почалася.

Передбачені на ділянці заходи, попереджуючи причини виникнення пожеж, підрозділяються на організаційні, експлуатаційні, технічні і режимні.

До організаційних заходів відносяться: навчання робітників протипожежним правилам, проведення бесід, інструкцій, організація добровільних дружин, пожежо-технічних комісій, видання наказів по питаннях посилення пожежної безпеки.

До експлуатаційних заходів відносяться: правильна експлуатації, профілактичні ремонти, огляди і випробування зварювального обладнання і пристроїв і так далі

До технічних заходів відносяться: дотримання протипожежних норм і правил при пристрої і установці зварювального устаткування, систем вентиляції, підведення електропроводки, захисного заземлення і відключення.

До режимних заходів відносяться: заборона куріння в не встановлених місцях, проведення зварювальних і інших вогневих робіт в пожежонебезпечних місцях.

Пожежну техніку згідно ГОСТ 124009 – 82 «Пожежна техніка для захисту об'єктів. Основні види. Розміщення і обслуговування», призначену для захисту складально-зварювальних об'єктів підрозділяють на наступні групи: пожежні машини (автомобілі, мотопомпи і причепа); установки пожежогасінні; установки пожежної сигналізації; вогнегасники; пожежне устаткування; пожежний ручний інвентар; пожежні рятувальні пристрої.

До ручних вогнегасників відносяться: пінні, вуглекислотні, вуглекислотно-бромтилові і порошкові.

Відповідно до ГОСТ 121004-91 «Пожежна безпека. Загальні вимоги» передбачені засоби пожежогасінні. При гасінні титану, який горить і деяких інших сплавів категорично забороняється заливати їх водою, застосовувати пісок, вуглекислоту, азот, хладон, порошки типу ПСБ і ША.

Для гасіння пожежі застосовується склад ПГС, глинозем, мелений плавиковий шпат, сухий порошковий флюс. Ці засоби подаються у вогнище загоряння уручну або за допомогою вогнегасника ВПП-10, який знаходиться на ділянці.

6.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.

е) Безпека у надзвичайних ситуаціях – це стан захищеності населення, об'єктів економіки та довкілля від небезпеки у надзвичайних ситуаціях.

Надзвичайна ситуація техногенного та природного характеру – порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, зокрема епідемією, епізоотією, епіфітотією, пожежею, яке призвело (може призвести) до неможливості проживання населення на території чи об'єкті, ведення там господарської діяльності, загибелі людей та значних матеріальних втрат.

Захист населення і територій від НС техногенного та природного характеру – система організаційних, технічних, медико-біологічних, фінансово-економічних та інших заходів щодо запобігання та реагування на НС техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків, що реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, відповідними силами та засобами підприємств, установ та організацій, незалежно від форм власності й господарювання, добровільними формуваннями і спрямовані на захист населення і територій, а також матеріальних і культурних цінностей та довкілля.

Неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є непідготовленість персоналу до дій в умовах НС, низька ефективність управління в цих умовах, що може привести до травмування або смерті.

Забезпечення безпеки персоналу досягається підвищенням стійкості промислового об'єкта в умовах НС; організацією рятувальних і відновлювальних робіт на промисловому об'єкті, наявністю технічних ресурсів до більш швидкої евакуації персоналу із зони ураження.

ВИСНОВКИ

Штампи втрачають працездатність при зносі кромки.

Розроблено технологію фінішного плазмового зміцнення для штампового оснащення.

Розраховано економічний ефект для технології ФПУ.

Зносостійкість штампового оснащення зміцнених методом ФПУ збільшена в 2 - 3 рази.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Позняк Л.А., Скрынченко Ю. М., Тишаев С.И. Штамповые стали. Масива: Металлургия, 1980. - 244 с.
2. Штейн Ф.С. Штамповые стали. М.: Металлургия, 1966. - 120с.
3. Михайленко Ф.П. Демиденко Е.М. Автоматическая холодная штамповка мелких деталей на быстроходных прессах. М.: Машиностроение, 1985. - 187с.
4. Филимонов Ю.Ф. Позняк Л.А. Штамповка прессованием. М.: Машиностроение, 1995. - 188с.
5. Романовский В.Л. Справочник по холодной штамповки. М.: Машиностроение, 1965. - 449с.
6. Минкевич А.Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. М.: Машиностроение, 1988. - 240с.
7. Лахтин Ю.М. Химико-термическая обработка стали. М.: Машиностроение, 1988. - 320с.
8. Е.А. Соломка, А.И. Лобанов ЛН Орлов Востановления упрочняющая наплавка штамповочного оборудования. Автоматическая сварка, 2011 - №6-7

Додаток А

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1				Плазматрон		
				<u>Детали</u>		
Б4		1		Накидная гайка		
Б4		2		Втулки изолирующие		
Б4		3		Резиновые кольца		
Б4		4		Опорная шайба		
Б4		5		Межэлектрод. вставка		
Б4		6		Анод		
Б4		7		Корпус		
Б4		8		Ниппель		
Б4		9		Втулка-формователь		
Б4		10		Резьбовое кольцо		
Б4		11		Фитинг для защ.газа		
Б4		12		Изолятор		
Б4		13		Кольцо		
Б4		14		Резьбовая втулка		

						ГКІЮ 035618.006							
Зм.	Арк.	№ докум.	Подпись	Дата									
Разраб.	Буката												
Проверил	Білоник												
Н. Контр.	Нетребко												
Утв.													
					Плазматрон		<table> <tr> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> <td>Листів</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	Лит.	Лист	Листів		1	1
Лит.	Лист	Листів											
	1	1											
							ЗНТУ						
							ІФ-413м						

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Разраб.	Буката М.А.	
Провер.	Білоник І.М.	
Н.контр.	Нетребко В.В.	
Листов 3		Лист 1

	ГКИЮ 015618.000	
	ДП	

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ЗАПОРОЖСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

Повышение износостойкости штамповой оснастки
методом финишного плазменного упрочнения

УТВЕРЖДАЮ

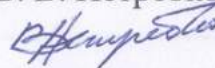
Овчинников О.В. 

Нормоконтроль к.т.н., доц. В. В. Нетребко

Дата

Внедрен в производство

Акт № _____ Дата _____.



Зав. кафедрой ОТСП д.т.н., проф. О. В. Овчинников

Дата 20.12.2018

Комплект документов

соответствует

ТД

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листов 3	Лист 3		
Разраб.			Буката М.А.								ГКИЮ 015618.000			
Пров.			Білоник І.М.											
Н. контр.			Нетребко В.В.											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции					Обозначение документа				
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Наименование детали сб. единицы или материала				Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
22	Подготовительная работа				Сборщик 3Р					0,3				
23	Подготовить сварочный робот													
24	Установить программу по обработке штампов и													
25	пуансонов													
26	Подготовительная работа				Сборщик 3Р					0,2				
27	Включить плазматрон и установить следующие													
28	параметры:													
29	Ток дуги 100А													
30	Расход аргона 1,2 л/мин													
31	Установить дистанцию 15мм													
32	Плазменная обработка				Наплавщик 5Р					0,5				
33	Провести процесс плазменного упрочнения													
34	матрицы и пуансона													
35	Плазменная обработка				Наплавщик 5Р					0,1				
36	Выключить оборудование													
37	Транспортировка				Разнорабочий 3Р					0,2				
38	Передать обработанные пуансоны и матрицы на													
39	контроль													
40	Контроль				Контролер 5Р					0,5				
41	Провести контроль обработанных поверхностей													
42	инструмента внешним осмотром													