

Запорізький національний технічний університет

(повна назва університету)

Фізико-технічний, Інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗМЦНЕННЯ ЖАРОВОЇ ТРУБИ ТВЗ-117
МЕТОДОМ ГАЗОПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ З ПРОЕКТУВАННЯМ
ДІЛЬНИЦ

Виконав: студент VI курсу, групи ІФ -313м
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
освітня програма «Технології та
устаткування зварювання»

(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Юрасов П.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник Шумілов А.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Климов В.

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя - 2018 року

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

титул, факультет Фізико-технічний інститут, Інженерно-фізичний факультет
 кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва
 рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Магістр
 спеціальність 131 Прикладна механіка
 (код і назва)
 напрям підготовки _____
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Овчинников О. В.

"20" _____ 2018 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Нрасову Павлу Юрійовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) Розробка технології зміцнення жарової труби ТВЗ-117 методом газоплазмового напилення з проектуванням дільниці

Виконавець проекту (роботи) Шумілов Андрій Олександрович к.т.н. доц.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "12" грудня 2018 року № 389

Термін подання студентом проекту (роботи) _____

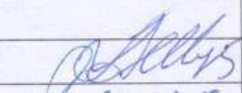
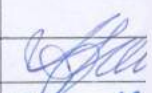
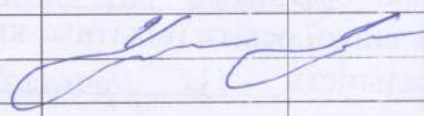
Вихідні дані до проекту (роботи) Схема процесу; виробнича програма 600 шт. напилення жарової труби ТВЗ-117

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розв'язати) Перелік умов, позначень, симв, абб., скорочень; Вступ; 1. Призначення, конструкція і мал. жар. труби ТВЗ-117; 2. Вплив режимів напилення на міцність з'єднання; 3. Вплив висоти від плазм. до поверхні; 4. Вплив сили струму; 5. Вплив частоти плазмоутворюючого газу; 6. Технічний процес зміцнення жарової труби; 7. Техніко-економічне обґрунтування дипломного проекту; 8. Оцінка праці та безпека у надзв. ситуаціях; 9. Перелік джерел посилання.

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

Малюнок жарової труби ТВЗ-117; Вплив режимів напилення на міцність з'єднання; Малюнок пистолета HP20; Пистолет для напилення плазменого напилення Metco-DMB; Пристосування для напилення кохуха внутрішнього; Прист. для плазмового напилення кохуха зовнішнього; Прист. для напилення кохуха зовнішнього; Техніко-експертні ітоказки виробнич дільниці; Дільниця напилення ТЗЛ

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймає виконавця завдань
Техн. розділ	Шумілов А.О.		
Економ. розділ	Круглікова В.В., доц. каф. ПТ та БД	02.11.18.	02.11.18.
Розділ охор. праці	Нестеров О.В., зав. каф. 'МіПС'		

7. Дата видачі завдання _____

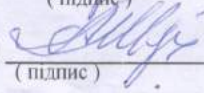
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Пр
1.	Титульний аркуш; завдання, вступ	12.10.18 - 20.10.18	
2.	розділ 1.	21.10.18 - 03.11.18	
3.	розділ 2.	04.11.18 - 06.11.18	
4.	розділ 3.	07.11.18 - 09.11.18	
5.	розділ 4.	10.11.18 - 11.11.18	
6.	розділ 5.	12.11.18 - 13.11.18	
7.	Висновки; перелік посилань	14.11.18	
8.	Креслення	20.11.18 - 26.11.18	
9.	Додатки	26.11.18 - 27.11.18	
10.	реферат; перелік умовних позначень	28.11.18 - 01.12.18	

Студент


(підпис)Юрасов П.
(прізвище та ініціал)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)Шумілов А.О.
(прізвище та ініціал)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 89 стор., 14 рис., 19 табл., 8 джерел.

Мета дипломного проекту: розробити технологію зміцнення жарової труби авіаційного турбовального двигуна ТВЗ-117; спроектувати дільницю для напилення теплозахисного покриття ТЗПЗ

Метод дослідження: аналіз літературних даних та серійних технологій виробництва авіаційних двигунів, їх застосування та удосконалення.

Для підвищення експлуатаційного ресурсу була розроблена технологія зміцнення робочих поверхонь жарової труби ТВЗ-117 методом плазмового напилення. Підбрано технологічне обладнання для напилення (робот-маніпулятор, плазмовий пістолет, система плазмового напилення). Розроблена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектована дільниця плазмового напилення . Розроблені загальні заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

ЖАРОВА ТРУБА, ЗМІЦНЕННЯ, ПЛАЗМОВЕ НАПИЛЕННЯ,
ПОРОШОК, РЕЖИМИ, АРГОН

THE ABSTRACT

The text consists of 89 pages, 14 images, 19 tables and 8 springs.

Objective: to develop technology for strengthening the flame tube turboshaft engine TB3-117; to design site flame spraying.

Methods: analysis of published data and serial production of aircraft engine technology, their use and improvement.

To increase the service life, the technology of hardening the working surfaces of the TV3-117 heat pipe by plasma spraying was developed. Selected technological equipment for spraying (robot manipulator, plasma gun, plasma spraying system). The route map of technological process is developed. A technical - economic assessment of the degree project. The general safety measures and environmental protection.

FLAME TUBE, STRENGTHENING, PLASMA SPRAYING, POWDER,
ARGON

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів.....	9
Вступ	10
1 Призначення, конструкція і матеріал жарової труби авіаційного турбовального двигуна ТВЗ-117.....	11
1.1 Принцип роботи камери згоряння	11
1.2 Висновки до розділу 1.....	14
2 Дослідження впливу режимів напилення на міцність зчеплення.....	15
2.1 Випробування на міцність зчеплення.....	15
2.2 Вплив відстані від плазмотрона до поверхні яку напиляють на міцність зчеплення покриття.....	17
2.3 Вплив сили струму на міцність зчеплення покриття	19
2.4 Вплив витрати плазмоутворюючого газу на міцність зчеплення покриття	20
3 Технологічний процес зміцнення жарової труби за допомогою напилення теплозахисного покриття ТЗП-3.....	23
3.1 Матеріали для напилення	23
3.2 Технологічний процес зміцнення жарової труби	24
3.2.1 Приготування суміші.....	24
3.2.2 Зборка	25
3.2.3 Підготовка поверхонь жарової труби під напилення.....	25
3.2.4 Розборка.....	26
3.2.5 Зборка	26
3.2.6 Плазмове напилення	27
3.2.7 Розборка.....	28
3.2.8 Промивання	28

3.2.9 Контроль.....	28
3.3 Вимоги до напилюваної деталі.....	30
3.4 Контроль якості теплозахисного покриття	31
3.5 Обладнання для напилення	32
3.5.1 Система плазмового напилення AP-50.....	32
3.5.2 Плазмовий пістолет 9MB.....	34
3.5.3 Робот Motoman HP-20.....	35
3.5.4 Стіл-позиціонер TT180M.....	36
3.5.5 Шумопоглинаюча камера напилення	37
3.6 Розрахунок та планування ділянки	38
4 Техніко-економічне обґрунтування дипломного проекту.....	41
4.1 Організація виробництва продукції.....	41
4.1.1 Технічне нормування операцій.....	41
4.1.2 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки.....	50
4.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки	53
4.2 Планування витрат на виробництво.....	55
4.2.1 Матеріальні витрати.....	55
4.2.2 Вартість основних засобів	56
4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці.....	58
4.2.4 Собівартість виробу.....	63
4.2.4.1 Прямі витрати.....	63
4.2.4.2 Непрямі витрати.....	64
4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок.....	67
4.4 Висновки по розділу техніко-економічне обґрунтування.....	69
5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	70
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	70
5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	71

5.3 Загальні вимоги до техніки безпеки при роботі на комп'ютері	74
5.4 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	77
5.5 Заходи з пожежної безпеки.....	79
5.6 Заходи по забезпеченню безпеки в умовах надзвичайних ситуацій.....	80
Висновки.....	88
Перелік посилань.....	89
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.**

$\bar{\sigma}_B$ - межа міцності, МПа ;

$\bar{\sigma}_T$ - межа плинності, МПа ;

δ_5 – відносне звуження, % ;

КСУ – ударна в'язкість , кДж/м² ;

G_{ar} – витрата арнону, л/хв. ;

I – сила струму, А;

U - напруга, В;

L – відстань від плазмотрону до деталі , мм .

ВСТУП

Сьогодні майже всі вітчизняні серійні вертольоти, включаючи новітні, оснащуються двигунами сімейства ТВЗ-117. У процесі експлуатації двигуна їх деталі часто працюють в жорстких умовах контактування з високотемпературними газами, різними агресивними середовищами і абразивними речовинами, що викликають інтенсивну корозію або знос поверхні. У зв'язку з цим виникає необхідність застосування спеціальних заходів, що забезпечують радикальне підвищення жароміцності, корозійної стійкості, зносостійкості і інших важливих властивостей поверхні матеріалів.

Жарова труба – один з основних елементів камери згоряння усіх авіаційних двигунів, у якому відбувається горіння палива. Тому технічний стан жарової труби на пряму зв'язаний з ресурсом камери згоряння та двигуна в загалом.

Проблема підвищення ресурсу цієї деталі вирішується технологічними чи конструкційними методами. Однак можливості металургії в створенні новітніх матеріалів в даний час в основному вичерпані, обмежені також можливості конструктивних рішень

У зв'язку з цим найбільш ефективним і економічним рішенням даної проблеми є використання на робочих поверхнях гарячого тракту спеціальних теплозахисних покриттів. Це особливо важливо в умовах економії сировини і підвищення ефективності використання енергії

1 ПРИЗНАЧЕННЯ, КОНСТРУКЦІЯ І МАТЕРІАЛ ЖАРОВОЇ ТРУБИ АВІАЦІЙНОГО ТУРБОВАЛЬНОГО ДВИГУНА ТВЗ-117

1.1 Принцип роботи камери згоряння

Жарова труба є складовою частиною камери згоряння авіаційного турбовального двигуна ТВЗ-117, розробки ОКБ ім. Клімова, який випускається серійно з 1972 року на ЗПОМ “Моторобудівник”, нині ПАО “Мотор Січ” [1].

Жаровая труба складається із зовнішнього (рис. 1.1) і внутрішнього кожухів (рис. 1.2) звареними у внутрішній кожух фронтом (рис.1.3). На зовнішньому обтічнику жарової труби є дев'ять втулок для установки підвісок жарової труби, якими вона кріпиться до корпусу камери згоряння.

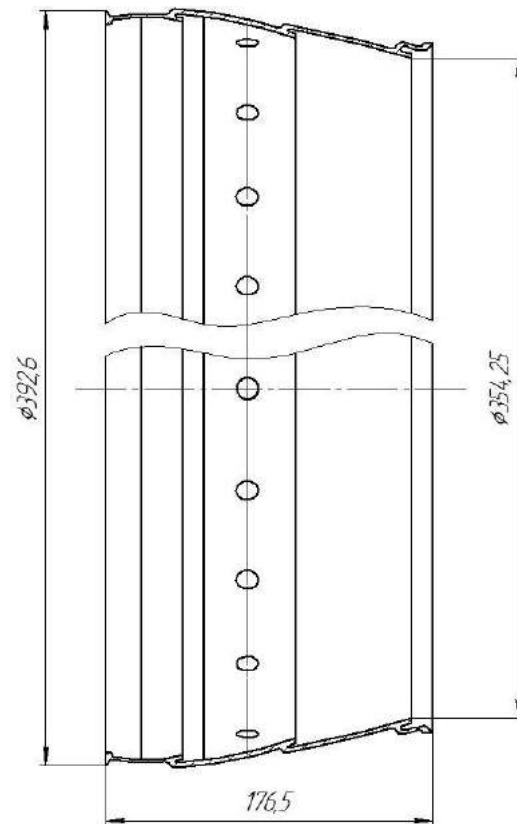


Рисунок 1.1 – Кожух зовнішній

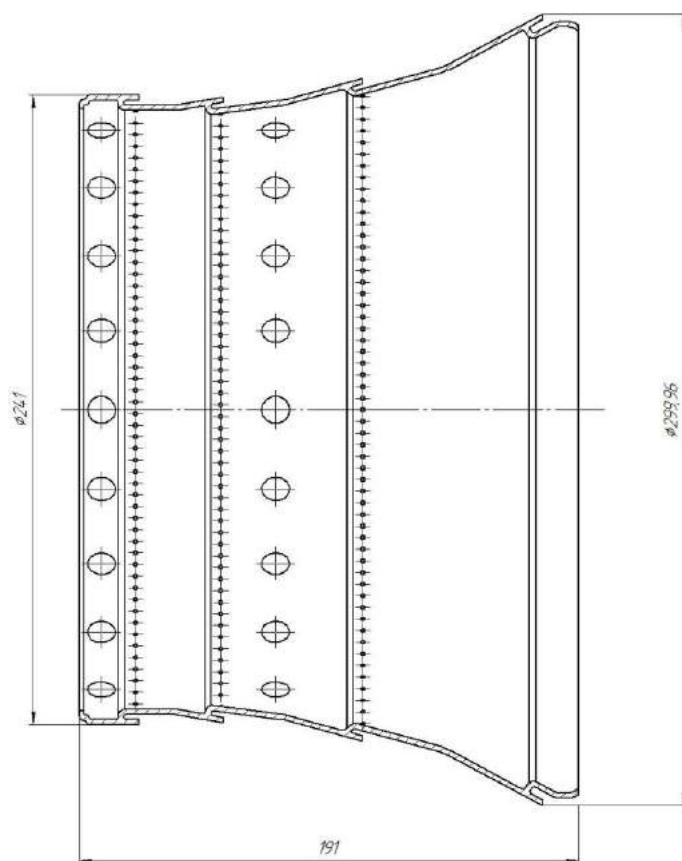


Рисунок 1.2 – Кожух внутрішній

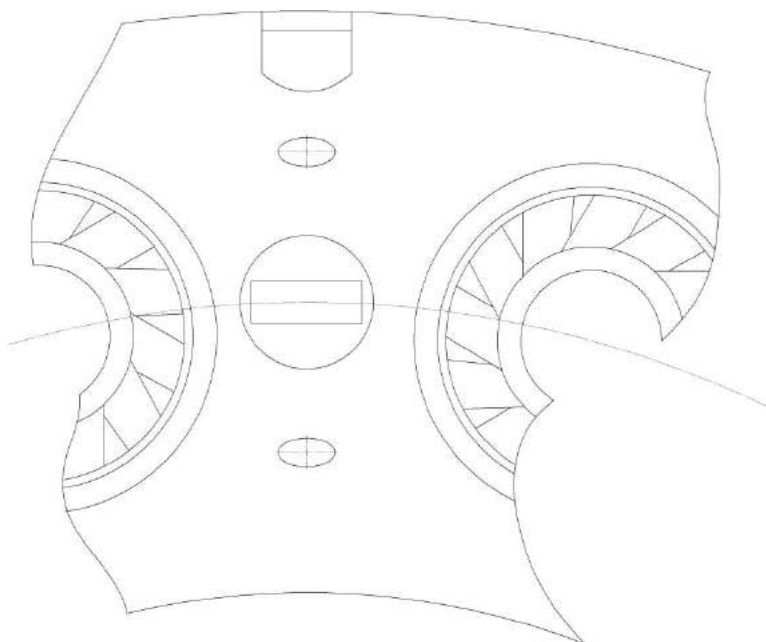
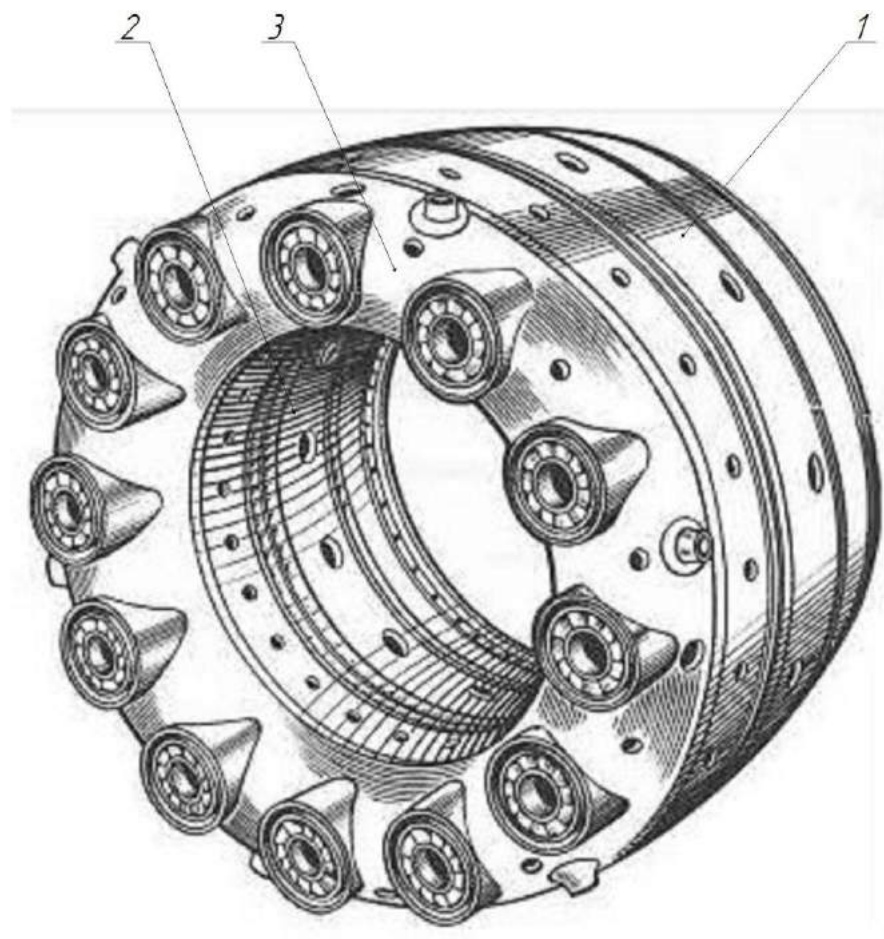


Рисунок 1.3 – Фронт

У завихрелях встановлені плаваючі кільця, які служать для компенсації термічних розширень жарової труби. До гарячого газу, в зоні змішування жарової труби, додається вторинне повітря яке надходить через отвори в зовнішніх і внутрішніх секціях.

У передній частині жарової труби відбувається інтенсивне згоряння палива в завихреному потоці повітря. У задній частині жарової труби відбувається інтенсивне змішування гарячих газів з вторинним потоком повітря, і відповідне зниження температури газів.



1 – Кожух зовнішній; 2 – Кожух внутрішній; 3 - Фронт

Рисунок 1.4 – Жарова труба

Таблиця 1.1 – Хімічний склад в % матеріалу ХН38ВТ[2]

Fe	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ce	W	Ti	Al
31.08- 41.44	0.06- 0.12	До 0.8	До 0.7	35-39	До 0.02	До 0.03	20-23	До 0.05	2.8- 3.5	0.7- 1.2	До 0.5

Таблиця 1.2 – Механічні властивості ХН38ВТ при $T = 20^{\circ}\text{C}$ [2]

$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{т}}$, МПа	δ_5 , %	КСУ, кДж/м ²
800 - 830	-	35	-

1.2 Висновки до розділу 1

Жарова труба турбовального двигуна ТВ3-117 працює в тяжких експлуатаційних умовах при температурах вищих за 1100°C під постійним впливом високотемпературної газової корозії поверхні. Для підвищення експлуатаційного ресурсу та час між ремонтом даної деталі необхідно виконати технологію зміцнення .

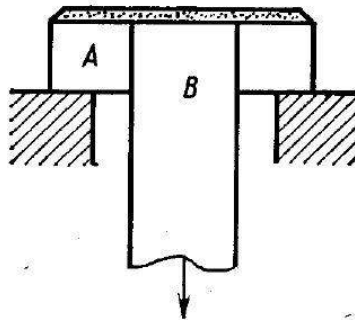
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ НАПИЛЕННЯ НА МІЦНІСТЬ ЗЧЕПЛЕННЯ

2.1 Випробування на міцність зчеплення

Адгезія покриття до основного металу забезпечується переважно механічним зчепленням, тоді як сплавлення, взаємна дифузія і фізичний зв'язок вандерваальсовими силами зазвичай служать доповненням до механічного зчеплення. Це означає, що міцність зчеплення покриття з основою визначається величиною й характером шорсткості поверхні основного металу.

При визначенні міцності зчеплення напилених покриттів [3] необхідно оцінити ступінь достовірності обраних лабораторних методик випробувань, оскільки результати випробувань різними методами значно розрізняються.

1. Випробування на міцність зчеплення витягуванням штифта (Штифтова проба). Як видно на рис. 2.1.



А- основний метал; В - штифт

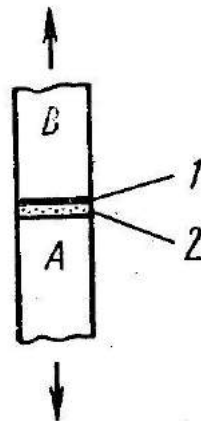
Рисунок 2.1 – Схема випробування міцності зчеплення витягуванням штифта (штифтова проба) [3]

В циліндричне або конічне центральний отвір, виконане в основному металі А вставляють штифт В таким чином, щоб торцева поверхня штифта і

поверхня основи знаходилися в одній площині. Після складання і попередньої обробки зразків для придання їм шорховатості на верхню поверхню зібраних зразків напилюють покриття. При випробуванні основу А встановлюють на упори, а штифт В витягають вниз. Відношення навантаження, при якій відбувається відрив штифта від покриття, до площі його напиленого торця характеризує міцність зчеплення покриття з основою.

Недоліком цього методу випробувань є те, що навіть при високій точності виготовлення зразків по ковзній посадці між поверхнею штифта і основою утворюється мікрозазор, на якому відбувається концентрація напруг, що призводять до руйнування покриття при низьких навантаженнях. Тому такий метод визначення міцності зчеплення дає занижені значення.

2. Випробування на міцність зчеплення на відрив з використанням клею (клейова проба). Торцеву поверхню циліндричного зразка А (основного металу) піддають попередній обробці для додання шорховатості, а потім напилюють на неї потрібне покриття. До поверхні покриття приклеюють циліндричний зразок, діаметр якого дорівнює діаметру зразка з покриттям, і проводять випробування на розтяг (рис. 2.2).



1 – клей; 2 – покриття; А,В – клейовий зразок

Рисунок 2.2 – Схема випробувань на міцність зчеплення з використанням клею [3]

Міцність зчеплення в такому випадку визначається як часткове від ділення руйнуючого навантаження на площу торцевої поверхні. Товщина напиленого покриття при цьому виді випробувань повинна бути не менш 0,25 мм і мати рівномірну товщину по всій поверхні.

Цей метод випробувань застосуємо тільки для покриттів, міцність зчеплення яких з основою не перевищує міцності клею. При визначенні міцності зчеплення цим способом отримують дані, що перевищують результати випробувань зчеплення витягуванням штифта.

Для випробувань на міцність зчеплення покриття з основою (напилення порошку ПН70Ю30) будемо користуватися штифтовою пробою, для перевірки міцності зчеплення з покриттям (напилення порошку ПГ-Ю10Н+ ПЦПК63Н30, ПЦПК63Н30) будемо користуватися клейовою пробою

- міцність зчеплення ПН70Ю30 з основним металом не менше ніж 0,3 МПа

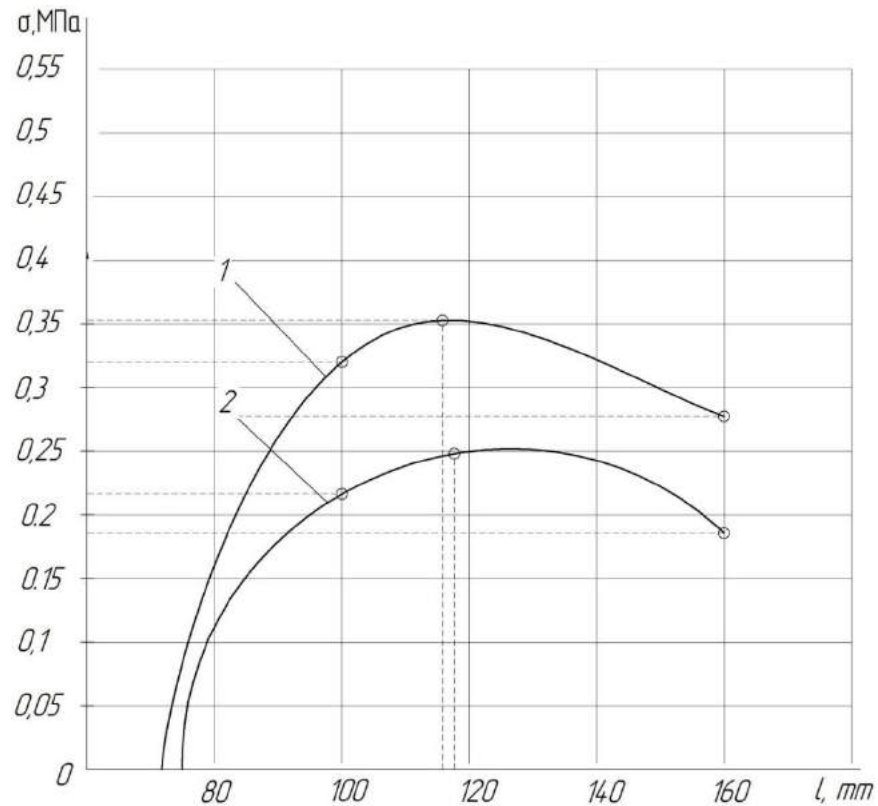
- величина міцності ПГ-Ю10Н+ ПЦПК63Н30, ПЦПК63Н30 не менше 0,25 МПа

Для отримання достовірних значень необхідно виконати випробування на 6 штифтових і 6 клейових пробах

2.2 Вплив відстані від плазмотрона до поверхні яку напиляють на міцність зчеплення покриття

- В процесі дослідження дистанцію напилення змінювали від 50 до 220 мм. Сила струму, витрата плазми утворюючого газу, витрати порошку залишалися постійними і становили відповідно: $I_d=550\text{A}$, $Q_{ar}=35\text{ л/хв}$, $3,5\text{ г/хв}$. Залежність міцності зчеплення від дистанції напилення представлена на рис.2.3. Низька міцність зчеплення (0,2-0,3 МПа) на відстані $< 100\text{ мм}$ пояснюється тим, що внаслідок великого тепловкладення від плазмового

струменя в покритті накопичуються значні температурні напруги, що викликають зниження адгезійної міцності, деформацію і відшарування покриття [4].



1-Для порошку ПН70Ю30; 2 - ПГ-Ю10Н+ ПЦПК63Н30, ПЦПК63Н30

Рисунок 2.3 - залежність міцності зчеплення частинок від дистанції напилення [4].

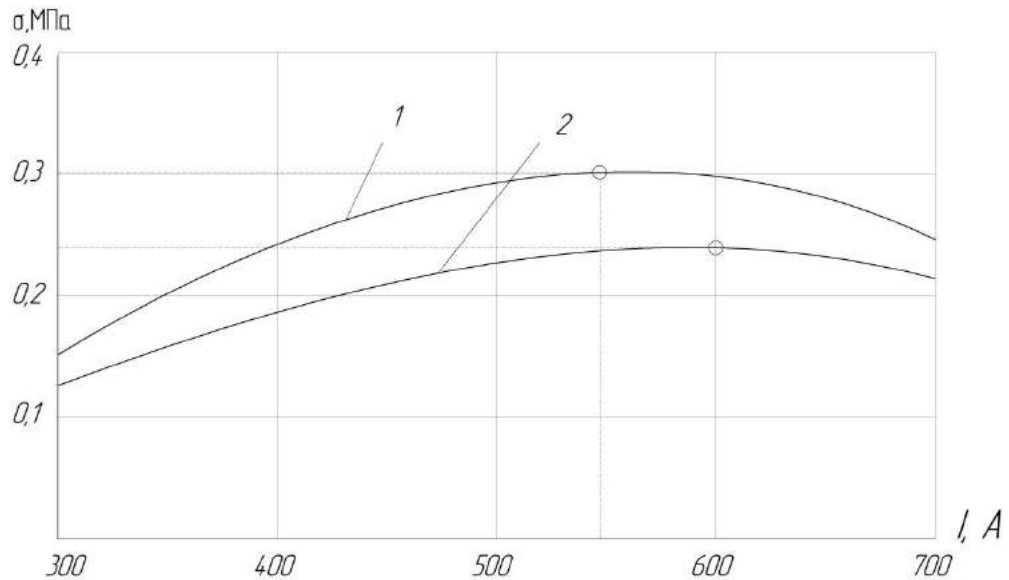
При збільшенні відстані від 100 мм до 140 мм частинки встигають розігнатися до більш високої швидкості, при цьому їх температура знижується незначно ($40-60^{\circ}\text{C}$), окислення підкладки та її перегрів плазмової струменем зменшується, що сприяє зростанню (до $0,36\text{ МПа}$) міцності зчеплення (рис.2.3). При досягненні раціонального співвідношення між швидкістю і температурою напилюваних частинок (для нашого випадку це спостерігається при дистанціях напилення близько 120 мм) міцність зчеплення напилюваного матеріалу з підкладкою є максимальною, відбувається щільне і компактне формування покриття.

При подальшому збільшенні дистанції напилення ($L > 140\text{мм}$) адгезія покриття до підкладки зменшується до $0,28\text{ МПа}$ і нижче. Це пояснюється збільшенням часу польоту і зміною середньомасової кінетичної і теплової енергії частинок. Уповільнені частинки досягають напилюваної поверхні в застиглому стані, а покриття формується, в основному, за рахунок механічного зачеплення їх між собою і в мікронерівностей підкладки. Це призводить до зниження адгезійної міцності напилюваного матеріалу з підвищеним вмістом пор і оксидів.

Таким чином, напилення покриттів при дистанціях напилення $L < 100\text{ мм}$ і $L > 140\text{мм}$ недоцільно.

2.3 Вплив сили струму на міцність зчеплення покриття

Сила струму, а відповідно і потужність плазмового струменя, істотно впливають на якість покриттів і коефіцієнт використання матеріалу. [5] Так, при збільшенні сили струму міцність зчеплення зростає, що можна пояснити поліпшенням термодинамічних характеристик плазмового струменя і підвищенням середньомасової температури і пластичних властивостей напилюваних частинок. При цьому збільшується деформація напилюваних частинок в момент удару їх об оброблювану поверхню і, як наслідок, зростає міцність зчеплення між напилюваним матеріалом і підкладкою. Разом з цим дещо знижується коефіцієнт використання матеріалу за рахунок збільшення розбризкування.



1-Для порошку ПН70Ю30; 2 - ПГ-Ю10Н+ ПЦПК63Н30, ПЦПК63Н30

Рисунок 2.4 – Залежність міцності з'єднання від сили струму

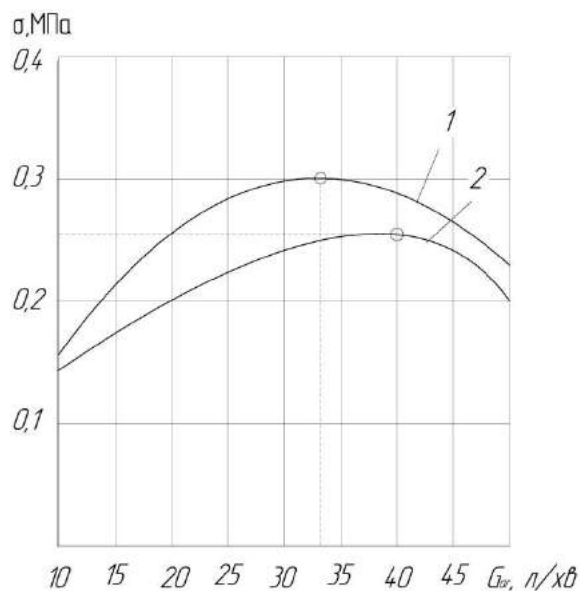
Підвищення сили струму до 600 А і вище сприяє інтенсивному розпорошуванню порошку і зменшенню коефіцієнта використання матеріалу, що призводить до зниження продуктивності процесу. Покриття при цьому формується з частинок більш великої фракції і має "рихлу" будову з підвищеним вмістом оксидів. Дослідження показали, що оптимальною силою струму для наплення порошку ПН70Ю30 буде складати 550А, а ПГ-Ю10Н+ ПЦПК63Н30, ПЦПК63Н30 – 600А

2.4 Вплив витрати плазмоутворюючого газу на міцність зчеплення покриття

Збільшення витрати плазмоутворюючого газу від 35 л/хв до 40 л/хв призводить до підвищення міцності зчеплення напилюваного матеріалу (рис.2.5). Очевидно, це пояснюється збільшенням швидкості витікання і

ентальпії плазмового струменя. Крім цього, зі збільшенням витрати плазмообразуючого газу зростає обсяг плазми і, в деякій мірі, її енергетичні характеристики. Це сприяє нагріванню розпилюваних частинок до більш високої температури і підвищенню їх середньомасової кінетичної і теплової енергії, що відповідно підвищує міцність зчеплення.

При подальшому збільшенні витрати плазмоутворюючого газу відбувається зниження міцності зчеплення. Це пов'язано з тим, що збільшення енергетичних характеристик плазмового струменя призводить до ефекту, який спостерігається при збільшенні сили струму, підвищеному розбризкуванню і зменшенню коефіцієнта використання матеріалу. При цьому збільшується пористість покриттів і вміст в ньому окислів, що негативно позначається на адгезійну і когезійну міцність. Оптимальною витратою плазмоутворюючого газу слід вважати, при напилені порошку ПН70Ю30 - 35 л/хв., при напилені ПГ-Ю10Н+ ПЦПК63Н30 та ПЦПК63Н30 – 40 л/хв..



1-Для порошку ПН70Ю30; 2 - ПГ-Ю10Н+ ПЦПК63Н30, ПЦПК63Н30

Рисунок 2.5– Залежність міцності з'єднання від витрати плазмоутворюючого газу.

Таким чином, для напилення порошком ПН70Ю30 за умови отримання задовільної (0,3МПа міцності зчеплення і щільності ($P < 6\%$)) формування напилюваного покриття з мінімальною витратою плазмоутворюючого газу та порошку були запровадженні наступні режими напилення:

- Сила струму плазмової дуги, А 552
- Відстань до напилюваної поверхні, мм 100-120
- Витрата, плазмоутворюючого газу, л/хв. 35

Для напилення підслою ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 за умови отримання задовільної (0,25МПа міцності зчеплення і щільності ($P < 6\%$)) формування напилюваного покриття з мінімальною витратою плазмоутворюючого газу та порошку були запровадженні наступні режими напилення:

- Сила струму плазмової дуги, А 603
- Відстань до напилюваної поверхні, мм 100-120
- Витрата, плазмоутворюючого газу, л/хв. 37

Для напилення покриття ПЦПК63Н30 за умови отримання задовільної (0,25МПа міцності зчеплення і щільності ($P < 6\%$)) формування напилюваного покриття з мінімальною витратою плазмоутворюючого газу та порошку були запровадженні наступні режими напилення:

- Сила струму плазмової дуги, А 603
- Відстань до напилюваної поверхні, мм 100-120
- Витрата, плазмоутворюючого газу, л/хв. 40

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ЗМІЦНЕННЯ ЖАРОВОЇ ТРУБИ ЗА ДОПОМОГОЮ НАПИЛЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ ТЗП-3

3.1 Матеріали для напилення

Теплозахисне покриття завжди наносять з підшаром. Підшар, зв'язуючий головний теплозахисний шар покриття з металом деталі, мають меншу товщину, відносно головного шару покриття. Підшар потрібен в наступних випадках:

- Як проміжний шар між деталлю і покриттям для зменшення різності їх коефіцієнтів термічного розширення;
- Як захист захисного матеріалу від високотемпературного окислення.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад порошків для нанесення ТЗП[6].

Марка Порошку	Хімічний склад, %	Фракція, мкм	Твердість покриття	Робоча температура, °С
ПГ-Ю10Н	Ni-основа Al-9	-100... +40	160-195НВ	-
ПЦПК63Н 30	ZrO ₂ - основа CaO-7 Ni-30	-63... +40	-	1250
ПВ-70Ю30	Ni-основа Al-28.89 Fe-0.05 Ca-0.05 C-0.02	-100... +40	40...42 HRC	1000

Коротка характеристика покриття :

ПГ-Ю10Н - Може використовуватись у якості компонента проміжного шару для ТЗП

ПЦПК63Н30- Термобар'єр, корозійностійке ізносоустійке покриття

ПВ-70Ю30 - Жаростійке покриття в повітряному середовищі , корозійностійке – в атмосфері, воді, лугах

3.2 Технологічний процес зміцнення жарової труби

3.2.1 Приготування суміші

- Просіяти порошки у ситі №001 ГОСТ 6613-86 для видалення фракцій які більші ніж 100 мкм і для поліпшення сипучості.

- Зважити порошки витримуючи пропорцію ПГ-Ю10Н(50%)+ПЦПК63Н30 (50%) з похибкою $\pm 2\%$ від ваги порошку.

- Змішати порошки. Проміжний шар готувати шляхом перемішування в змішувачі «п'яна бочка»ПГ-Ю10Н(50%)+ПЦПК63Н30(50%) по режиму : час змішування – 10-15 хв. , швидкість обертання змішувача 50 об/хв. з додаванням кутників з нержавіючої сталі в кількості 20% від ваги порошків.

- Зберігати порошок в закритій тарі з етикеткою, на котрій вказана марка, дата приготування.

3.2.2 Зборка

Зібрати деталі в захисне пристосування. В процесі зборки деформації, удари, механічні пошкодження не допускаються. Використання несправного оснащення не допускається.

3.2.3 Підготовка поверхонь жарової труби під напилення.

Перевірити стиснене повітря на відсутність масла, вологи. Встановити навпроти сопла на відстані 150...200 мм, фільтрувальний папір обдути її стисненим повітрям протягом 30...40 с, наявність слідів масла, вологи на фільтрувальному папері не допускаються. При необхідності продути повітропровід протягом однієї хвилини до повного видалення вологи.

Обдути деталі сухим електророкундом. $P=0,4...0,5$ МПа (4...5 кгс/см²), $L=90 \dots 100$, кут атаки $70 \dots 90^\circ$.

Обдути деталь з пристосуванням сухим стисненим повітрям. Час між закінченням обдування і початком напилення не більше двох годин.

Перевірити якість обдування. Поверхня після обдування повинна мати рівномірно матовий колір.

В якості матеріалів для підготовки поверхонь використовують: електророкунд марки 14А зернистості F20, по ТУ У 26.8-00222226-016

Таблиця 3.2– Режими для обдувки

Тиск повітря, МПа	0,4...0,6
Відстань від сопла до деталі, мм	100...150
Кут атаки, °	90±20
Діаметр сопла, мм	8...10

3.2.4 Розборка

Розібрати захисне приспособлення, зняти деталь. В процесі розбирання деформації, удари, механічні пошкодження не допускаються

3.2.5 Зборка

- Зібрати деталь в захисне приспособлення. В процесі зборки деформації, удари, механічні пошкодження не допускаються
- Встановити заглушки в отвори які не підлягають напиленню.
- Нанести тонким шаром, двічі, антиадгезив в місцях які не підлягають напиленню, і маючих зазори між захисними приспособленнями і деталлю.

3.2.6 Плазмове напилення.

- Встановити захисне пристосування з деталлю в планшайбу маніпулятора і виставити: радіальне биття деталі не більше ± 5 мм; торцеве биття не більше ± 3 мм

- Відрегулювати витрату стисненого повітря для охолодження деталі.

- Температура напилюваної деталі не більше 100 °С, забезпечується контролем тиску охолоджуючого повітря. $D_{\text{сопла}}=10$ мм; $P=0,45\text{...}0,6$ МПа ($4,5\text{...}6$ кгс/см²); $L=90\text{...}100$ мм.

Нанести підслой ПВ-Н70Ю30 на деталь товщиною $0,15\text{...}0,25$ мм.

- Товщину покриття перевіряти через кожні 2 проходи. Записати товщину покриття в журнал.

- Зняти деталь із захисним пристосуванням, обдути напилену поверхню мікропорошком до видалення сажистих відкладень (чорноти). $P=0,2$ МПа (2 кгс/см²); $L=90 \dots 100$ мм; кут атаки $70 \dots 90^\circ$.

- Обдути деталь із захисним пристосуванням стисненим повітрям. $P=0,4\text{...}0,5$ МПа ($4\text{...}5$ кгс/см²), $L=90 \dots 100$, кут атаки $70 \dots 90^\circ$.

- Встановити деталь із захисним пристосуванням в планшайбу маніпулятора і виставити: радіальне биття деталі не більше ± 5 мм; торцеве биття не більше ± 3 мм.

- Нанести проміжний шар ПГ-Ю10Н(50%)+ПЦПК63Н30(50%) на деталь товщиною $0,15\text{...}0,25$ мм

- Нанести покриття ПЦПК63Н30 на деталь товщиною $0,15\text{...}0,25$ мм.

- Товщину покриття перевіряти через кожні 2 проходи. Записати товщину покриття в журнал.

- Після нанесення третього шару (ПЦПК63Н30) перевірити загальну товщину шару $0,45\text{...}0,75$ мм

3.2.7 Розбирання

- Зняти захисне пристосування з деталлю з планшайби маніпулятора.
- Підрізати покриття на кордоні з'єднання захисного пристосування з деталлю.
- Розібрати захисне пристосування, зняти деталь. В процесі розбирання деформації, удари, механічні пошкодження не допускаються.

3.2.8 Промивання.

- Промити деталь в холодній воді протираючи волосяною щіткою, до повного видалення антиадгезиву.
- Обдути деталь сухим стисненим повітрям до повного видалення вологи.

3.2.9 Контроль

Міцність зчеплення ПН70Ю30 з основним металом(штифтової зразок) не менше 0,3 МПа (3 кгс/см²) величина міцності зчеплення ПН70Ю30+механічної суміші ПГ-Ю10Н(50%)+ПЦПК63Н30(50%)+ПЦПК з основним металом не менше 0,25 МПа (2 кгс/см²).

- Заміряти загальну товщину покриття ТЗП-3 на кожній деталі. Товщина покриття повинна бути 0,45...0,75 мм
- Контролювати використання порошку після просушування протягом 2 годин.

- Контролювати зміну електоркорунда після обдування кожного комплекту деталей камери згоряння.

- Контролювати покриття на зовнішній вигляд. Не допускається наявність тріщин, несплошностей, відшарувань, здуття. Перевіряти на відсутність покриття на ділянках, що не підлягають покриттю.

Таблиця 3.3 – Режими плазмового напилення ТЗП на установці АР-50[6].

Параметри	Покриття ПН70Ю30	Підслой ПГ-Ю10Н+ ПЦПК63Н30	Покриття ПЦПК63Н30
1	2	3	4
Сила струму, А	552	557...603	557...603
Напруга, В	55...59	58...62	58...62
Витрати плазмо утворюючого газу, л/хв..			
аргон	35,1...40,1	37,7...42,6	35,4...40,1
Робочий тиск газу, МПа			
аргон	0,65...0,7	0,65...0,7	0,65...0,7
Дистанція напилення	100...120	100...120	100...120
Витрата порошку, г/хв	1,5...2,5	3,9...4,1	3,9...4,1
Кут нахилу плазмотрону, град.	45...90	45...90	45...90
Тиск води, МПа	120...130	120...130	120...130
Витрата води, л/хв	14,76 ...15,6	14,76 ...15,6	14,76 ...15,6

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
Швидкість переміщення плазмотрону, мм в хв..	12...25	12...25	12...25
Швидкість переміщення деталі, об. в хв..	50...110	50...110	50...110

3.3 Вимоги до напилюваної деталі

- На поверхнях, що підлягають напиленню [6]., не допускаються раковини і тріщини, виявлені візуально задирки, сліди припою, зварювальні бризки, залишки флюсу, старих покриттів (гальванічних, хіміко-термічних, електрохімічних, газо-термічних та ін) Допускається наявність покриттів передбачених по технологічному процесу.

- На напилюваній поверхні не повинно бути гострих кромки і інших концентраторів напруг.

Радіуси заокруглень - не менше 0,2 мм.

- Конфігурація деталі повинна забезпечувати нанесення покриття переважно під кутом 90°.

- Твердість поверхні деталей, що підлягають плазмового напилення, повинна бути <50HRC, оскільки в іншому випадку обдування електрокорундом не зможе забезпечити необхідну шорсткість поверхні для напилення.

3.4 Контроль якості теплозахисного покриття

- При візуальному контролі на кожному етапі нанесення покриття можливе виявлення дефектів (табл.3.4)

Таблиця 3.4 – Можливі дефекти покриття

Назва дефекту	Причина виникнення дефекту
Відшарування напиленого шару	1) Неправильна конфігурація ділянки яку напиляють . 2) Незадовільна якість підготовки поверхні 3) Велика різниця коефіцієнтів термічного розширення основи і покриття
Розтріскування покриття	Високі внутрішні напруження в покритті
Вище допустиме різновисочинність покриття	Нерівномірна подача напилю ванного матеріалу. Нерівномірне переміщення потоку напилюючи часток відносно поверхні напилювання.
Поява на поверхні покриття великих крапель напиленого матеріалу	Нарощування матеріала покриття на внутрішній стінці сопла-анода
Поява крапель міді на покритті	Перевищення ерозії сопла-анода в результаті його зносу чи погіршення водяного охолодження .

- Міцність зчеплення покриття повинна бути не нижче 0.30 МПа (3,0 кг/мм²).

після обдувши

- 100 % деталей контролюють візуально після обдувки електрокорундом і нанесення покриття.

Міцність зчеплення шару з деталлю контролюється на клейових

зразках на розрив перед напиленням в наступних випадках:

після ремонту установок напилення з заміною і перенастроюванням вузлів;

перед напиленням деталей з теплозахисними покриттями.

- Випробування на розтягування виконується на розривній машині типу Р-05 або будь-який інший, що забезпечує швидкість навантаження 2,5 мм/хв:

міцність зчеплення покриттів перевіряють шести (не менше) клейових зразках по ДСТУ 2639;

- Нанесення покриття виконується з дотриманням всіх параметрів режиму напилення

- Товщину шарів покриття, загальну товщину покриття перевіряють стінкоміром, штангенциркулем або іншим інструментом, що забезпечує необхідну точність вимірювань

3.5 Обладнання для напилення

3.5.1 Система плазмового напилення AP-50

AP-50 є системою атмосферного плазмового напилення, спроектованої для роботи з усіма представленими на ринку пістолетами, включаючи F4, F1, 3/7/9MB (MBT), SG-100, а також пістолетами для внутрішніх діаметрів.

Дизайн AP-50 дозволяє легко розміщувати її на ділянці напилення і інтегрувати з іншим периферійним обладнанням. Універсальна система управління в поєднанні з новітньою технологією контролю потоків в замкнутому циклі управління забезпечує сталість якості нанесених покриттів, точність і відтворюваність параметрів процесу.

AP-50 максимально легка і проста для оператора. Кольоровий сенсорний екран забезпечує візуалізацію процесу при експлуатації та програмуванні системи. В пам'яті контролера може зберігатися до 100 різних наборів параметрів процесу.

Основні характеристики AP-50:

- Система може працювати з більшістю пістолетів плазмового напилення, включаючи F4, F1, 3/7/9MB (MBT), SG-100, пістолети для внутрішніх діаметрів

- Модульна конструкція

- Витратоміри з замкнутим циклом управління для всіх процесних газів, включаючи транспортуючі гази

- Функція віддаленої діагностики для поліпшеного технічного обслуговування

- Процесний контролер забезпечує максимальну надійність і гнучкість системи

- Графічний сенсорний екран забезпечує простий і зрозумілий оператору доступ до управління процесом

Система плазмового напилення AP-50 складається з наступних компонентів:

- Панель управління AP-50 з сенсорним екраном

- Електричний модуль AP-50

- Модуль газів/палива AP-50

- Коробка підключень AP-50

- Інверторне джерело струму iPS-80 80KW

- Плазмовий пістолет 9MB / F1 / 3MBH

- Подвійний порошковий живильник FST 20C/FT
- Набір кабелів і шлангів

3.5.2 Плазмовий пістолет 9MB

Розроблений для надійної і безперебійної роботи, пістолет серії 9MB використовується для плазмового нанесення покриттів високої якості з металів, сплавів, карбідів, кераміки, композитів, подрібнених і спечених порошків. Модульна конструкція пістолета робить його легким в техобслуговуванні, забезпечуючи просту і швидку зміну компонентів і деталей пістолета. Пістолет 9MB забезпечує оптимальне покриття в межах всього діапазону значень електричної потужності аж до 80 кВт.

Стандартні насадки здатні працювати при будь-яких параметрах наплення, знижуючи до мінімуму необхідність заміни



Рисунок 3.1- Плазмовий пістолет 9MB

3.5.3 Робот Motoman HP-20

Об'єднує в собі систему управління пістолетом і маніпулятором. Робот встановлюється на невеликому підвищенні для кращого доступу до напилюваних деталей. Обертач стоїть окремо, але інтегрований в систему управління роботом. Стіл-обертач функціонує автономно від робота.

Система включає:

- Робот Motoman HP-20
- Контроллер робота DX-100
- Обертач ТТ-180М

Робот Motoman HP-20 є найпопулярнішим у світі промисловим роботом свого класу. Він оптимізований для роботи з широким спектром різних застосувань і збільшує ефективність процесу термічного напилення.

Характеристики робота Motoman HP-20:

- Модель HP-20: номінальна навантаження - 20 кг;
- Величина горизонтального переміщення - 1.717 мм;
- Величина вертикального переміщення - 3.063 мм ;
- Точність позиціонування ± 0.06 мм.

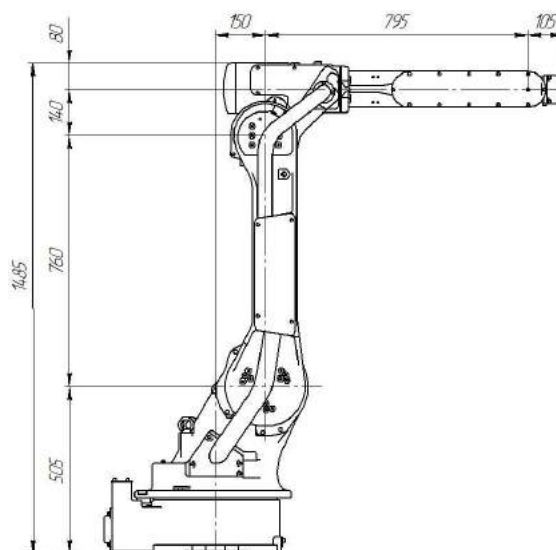


Рисунок 3.2 - Робот Motoman HP-20

3.5.4 Стіл-позиціонер ТТ180М

Обертач ТТ180М спеціально розроблений для роботи з роботом Motoman HP-20. Всі функції обертача координуються і управляються роботом. Стіл має функції обертання/позиціонування і нахилу, і робот направляє рух столу як свої зовнішні осі (7-ю і 8-ю). Діапазон кута нахилу становить 180° (-90° ... $+90^{\circ}$). Всі рухи столу скоординовані з рухами робота.



Рисунок 3.3 - Стіл-позиціонер ТТ180М

Параметри обертача (швидкість обертання, положення обертання і нахил, напрямок обертання, запуск/зупинка тощо) програмується за допомогою пульта управління робота. У систему управління вбудований датчик кількості обертів в хвилину і датчик нульового обертання для відстеження коректної роботи позиціонера,

Основні характеристики столу-обертача:

- Максимальна вага робочої деталі: 260 кг
- Швидкість обертання: 5-300 об / хв
- Планшайба: алюміній з круговими Т-подібними слотами і центральним отвором
- Діаметр планшайби: 750 мм

3.5.5 Шумопоглинаюча камера напилення

Розміри шумопоглинаючої камери напилення:

- Довжина: 4,500 мм
- Ширина: 4,000 мм
- Висота: 3 000 мм

- Конструкція камери має модульний панельний дизайн. Кожна панель виготовляється з конструкції типу «сандвіч» звукопоглинальним матеріалом різної щільності, прокладених між зовнішнім листом з оцинкованої м'якої сталі і перфорованим сталевим внутрішнім листком.

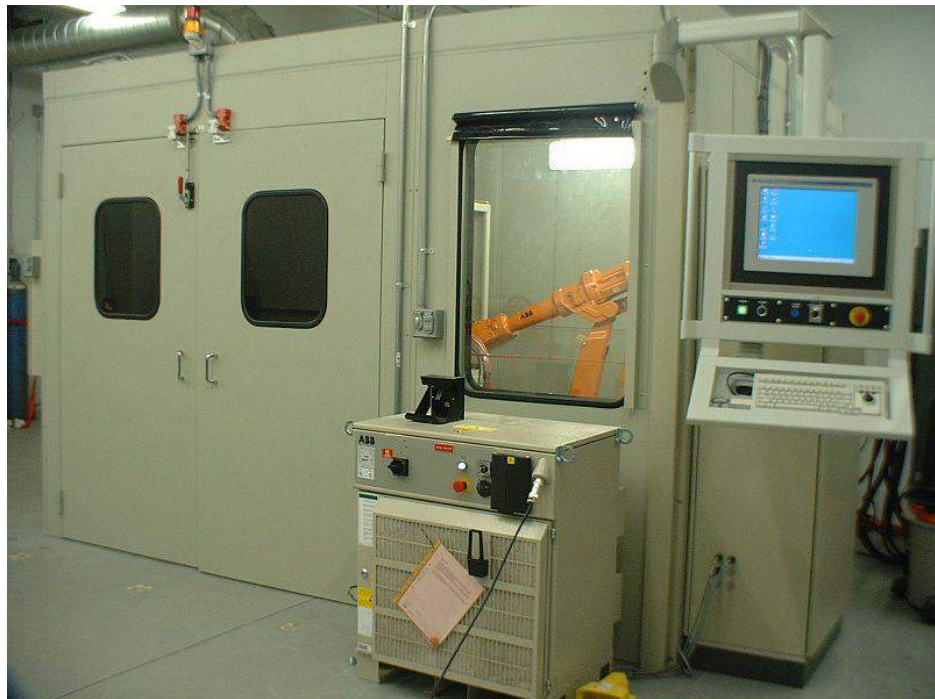


Рисунок 3.4 - Шумопоглинаюча камера напилення

- Камера оснащена вхідними і вихідними глушниками повітря із загальною потужністю повітряного потоку $12000 \text{ м}^3 / \text{год}$.
- Камера має дві (2) двері для легкого завантаження деталей. Двері ущільнюються спеціальним пороком, прилеглим до попу.

- У дверях є вікно з тонованим безпечним склом. Камера також оснащена всіма необхідними з'єднаннями для витяжного трубопроводу, електричних кабелів та ін.

- У камері вбудовані вимикачі дверей, які активують функцію аварійної зупинки і відключають систему, якщо в процесі наплення відкриті двері. Також дані перемикачі не дозволяють запуск системи при відкритих дверях. Ці заходи безпеки можуть регулюватися вручну через клавіатуру.

- Всередині камери встановлюється кнопка аварійної зупинки, яка підключається до циклу управління аварійним відключенням системи AP-50. У поставку включений набір ламп і електричних деталей.

3.6 Розрахунок та планування ділянки

Розміщення цеху всіх його виробничих відділень і ділянок, а також допоміжних, адміністративно-конторних і побутових приміщень повинне по можливості повністю задовольняти всім специфічним вимогам процесів підлягають виконанню в кожному з цих відділень.

Для проектного виробництва вибираємо типову схему компоновки з поздовжнім напрямком виробничого потоку (рис. 3.5).

Ділянка для зміцнення робочих поверхонь жарової труби буде розташовуватися в прольоті ширина якого буде визначатися шляхом підрахунку суми розмірів: ширини робочих місць, проходів та проїздів між ними.

Так як на ділянці будуть розташовуватися дві лінії устаткування, то ширина прольоту буде визначатися:

$$B_{BP} \geq 2B_1 + 2B_{OB} + B_{\Pi} + 4B_{ПРХ}$$

де $B_{ВР}$ - ширина прольоту, м;

B_1 - відстань від тильної сторони робочого місця до осі поздовжнього ряду колон, $B_1 = 1$ м;

$B_{ОБ} = 4$ - найбільша ширина обладнання;

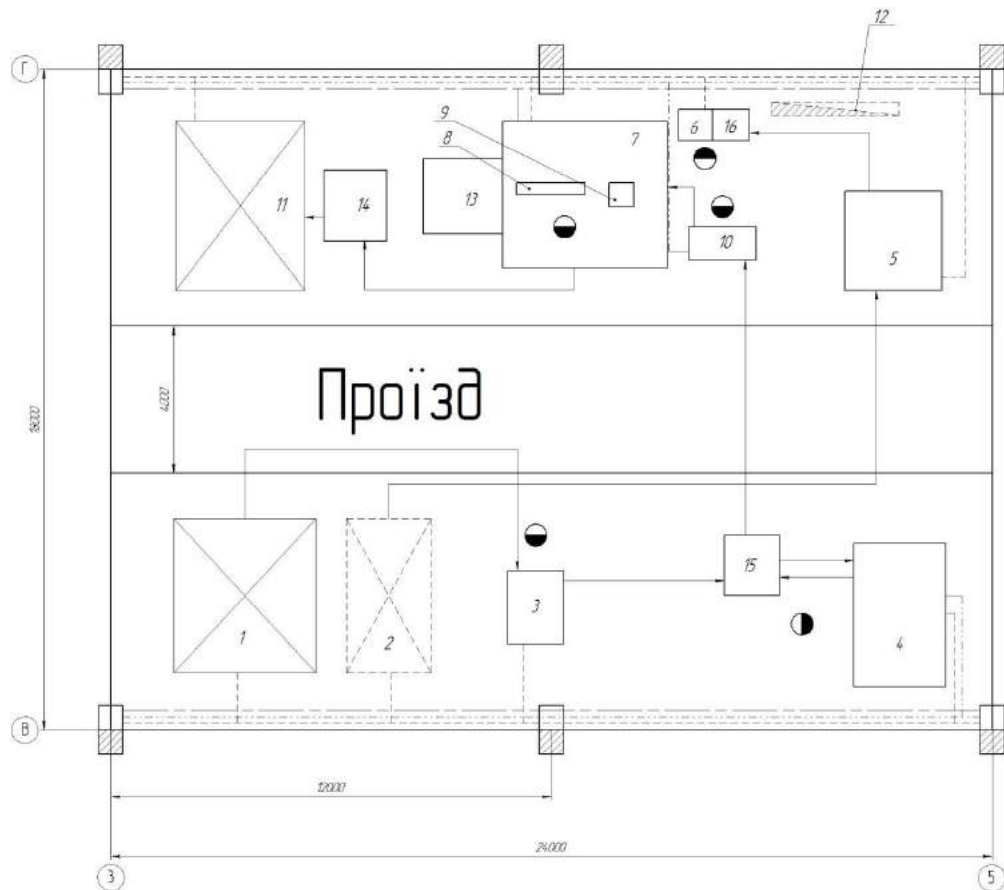
$B_{п} = 4$ м - ширина проїзду;

$B_{прх} = 1$ м - ширина проходів з кожного боку обладнання.

Таким чином:

$$B_{ПР} = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 4 + 4 + 4 \cdot 1 = 18 \text{ м}$$

Найближча стандартна ширина прольоту дорівнює 18 м. Висота прольоту $H_{п}$ від рівня підлоги до виступаючих конструктивних частин перекриття приймаємо стандартну - 6 м. Довжина буде складати 24 м.



1- Складське місце заготовок; 2 – Складське місце порошків для наплення; 3 – Контрольний стіл; 4 – Камера обдувки електрокорундом; 5 – Піч для просушки; 6 – Пульти керування роботом; 7 – Шумопоглинаюча камера; 8 – Робот Motoman; 9 – Стіл опозиціонер; 10 – Стіл для розборки – зборки захисних пристосувань; 11 – Склад готової продукції; 12 – Пожежний щит; 13 – Місце для плазмо утворюючого газу; 14 – Контрольний стіл; 15 - Стіл для розборки – зборки захисних пристосувань; 16 – Дозатор порошків.

Рисунок 3.5 – Загальний вид дільниці для наплення ТЗП

4 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

4.1 Організація виробництва продукції

В даному дипломному проекті розроблена технологія зміцнення жарової ТВЗ-117. Для проектування ділянки по впровадженню цієї технології зміцнення необхідно:

- пронормувати операції технологічного процесу;
- встановити річну виробничу програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання і виробничу площу ділянки;
- розрахувати чисельність персоналу.

4.1.1 Технічне нормування операцій

Сума затрат основного і допоміжного часу, а також часу на обслуговування робочого місця, на відпочинок та природні потреби, називається нормою штучного часу [7]. Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{ш} = (T_o + T_d + T_{п.з.}) \cdot K \quad (4.1)$$

де: T_o – основний час, год;

T_d – допоміжний час, год;

$T_{п.з.}$ – підготовчо-заключний час, год :

K – коефіцієнт, який враховує затрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби.

Основний час – це час який витрачається безпосередньо на напилення

Основний час який витрачається на напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на кожух внутрішній :

$$T_0=20 \text{ хв}$$

Допоміжний час витрачається на:

- транспортування кожуха внутрішнього до місця напилення – 3 хв;
- зборка деталі для напилення в захисне пристосування – 10 хв
- встановлення кожуха внутрішнього на стіл позиціонер – 4 хв;
- базування деталі – 3 хв;
- зняття напиленої деталі зі столу та розборка з захисного пристосування– 4 хв.
- обдувка напиленої поверхні – 5 хв

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний з напиленням кожуха внутрішнього складає 29 хв.

Основний час який витрачається на напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на кожух внутрішній:

$$T_0=20 \text{ хв}$$

Допоміжний час витрачається на:

- зборка деталі для напилення в захисне пристосування – 10 хв
- встановлення кожуха внутрішнього на стіл позиціонер – 4 хв;
- базування деталі – 3 хв;
- зняття напиленої деталі зі столу та розборка з захисного пристосування – 4 хв.
- обдувка напиленої поверхні – 5 хв

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний з напиленням проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на кожух внутрішній складає 26 хв.

Основний час який витрачається на напилення термобареру ПЦПК 63Н30 на кожух внутрішній:

$$T_0=20 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- зборка деталі для напилення в захисне приспособлення – 10 хв
- встановлення кожуха внутрішнього на стіл позиціонер – 4 хв;
- базування деталі – 3 хв;
- зняття напиленої деталі зі столу та розборка з захисного приспособлення – 4 хв.
- обдувка напиленої поверхні – 5 хв
- транспортування виробу до місця контролю – 3 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний з напиленням термобареру ПЦПК 63Н30 на кожуха внутрішній складає 29 хв.

Основний час який витрачається на напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на кожух зовнішній :

$$T_0=25 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- транспортування кожуха внутрішнього до місця напилення – 3 хв;
- зборка деталі для напилення в захисне приспособлення – 10 хв
- встановлення кожуха внутрішнього на стіл позиціонер – 4 хв;
- базування деталі – 3 хв;
- зняття напиленої деталі зі столу та розборка з захисного приспособлення – 4 хв.

- обдувка напиленої поверхні – 5 хв

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний з напиленням кожуха зовнішнього складає 29 хв.

Основний час який витрачається на напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на кожух зовнішній:

$$T_0=25 \text{ хв}$$

Допоміжний час витрачається на:

- зборка деталі для напилення в захисне пристосування – 10 хв
- встановлення кожуха внутрішнього на стіл позиціонер – 4 хв;
- базування деталі – 3 хв;
- зняття напиленої деталі зі столу та розборка з захисного пристосування – 4 хв.

- обдувка напиленої поверхні – 5 хв

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний з напиленням проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на кожух внутрішній складає 26 хв.

Основний час який витрачається на напилення термобареру ПЦПК 63Н30 на кожух зовнішній:

$$T_0=25 \text{ хв}$$

Допоміжний час витрачається на:

- зборка деталі для напилення в захисне пристосування – 10 хв
- встановлення кожуха внутрішнього на стіл позиціонер – 4 хв;
- базування деталі – 3 хв;
- зняття напиленої деталі зі столу та розборка з захисного пристосування – 4 хв.

- обдувка напиленої поверхні – 5 хв

- транспортування виробу до місця контролю – 3 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний з напиленням термобареру ПЦПК 63Н30 на зовнішній складає 29 хв.

Основний час який витрачається на напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на фронт :

$$T_0=15 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- транспортування кожуха внутрішнього до місця напилення – 3 хв;
- зборка деталі для напилення в захисне приспособлення – 10 хв
- встановлення кожуха внутрішнього на стіл позиціонер – 4 хв;
- базування деталі – 3 хв;
- зняття напиленої деталі зі столу та розборка з захисного приспособлення– 4 хв.
- обдувка напиленої поверхні – 5 хв

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний з напиленням кожуха внутрішнього складає 29 хв.

Основний час який витрачається на напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на фронт:

$$T_0=25 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- зборка деталі для напилення в захисне приспособлення – 10 хв
- встановлення кожуха внутрішнього на стіл позиціонер – 4 хв;
- базування деталі – 3 хв;
- зняття напиленої деталі зі столу та розборка з захисного приспособлення – 4 хв.
- обдувка напиленої поверхні – 5 хв

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний з напиленням проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на фронт складає 26 хв.

Основний час який витрачається на напилення термобареру ПЦПК 63Н30 на фронт:

$$T_0=15 \text{ хв}$$

Допоміжний час затрачується на:

- зборка деталі для напилення в захисне приспособлення – 10 хв
- встановлення кожуха внутрішнього на стіл позиціонер – 4 хв;
- базування деталі – 3 хв;
- зняття напиленої деталі зі столу та розборка з захисного приспособлення – 4 хв.
- обдувка напиленої поверхні – 5 хв
- транспортування виробу до місця контролю – 3 хв.

Отже сумарний допоміжний час пов'язаний з напиленням термобареру ПЦПК 63Н30 на фронт складає 29 хв.

Підготовчо-заключний час витрачається на наступні елементи робіт: отримання виробничого завдання, наряду, технологічної документації і креслень; ознайомлення з отриманим завданням; отримання пристосувань і інвентарю; наладку обладнання на задані режими роботи; зняття пристосувань і інструментів; здачу виконаної роботи, пристосувань, інструментів, технічного завдання.

В крупносерійному виробництві у зв'язку з незначними витратами часу на підготовчо-заключну роботу для спрощення нормування його включають у норму штучного часу у розмірі 2 – 3 % від оперативного часу (суми основного та допоміжного часу [7]). Отже формула 4.1 приймає наступний вигляд:

$$T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot K_1 \quad (4.2)$$

де K_1 – коефіцієнт, який враховує затрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби, а також підготовчо-заклучний час. Коефіцієнт $K_1 = 1,15$ [7].

Штучний час на напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на кожух внутрішній буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (20 + 29) \cdot 1,15 = 56,35 \text{ хв} = 0,93 \text{ год}$$

Штучний час на напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на кожух внутрішній буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (20 + 26) \cdot 1,15 = 52,9 \text{ хв} = 0,88 \text{ год}$$

Штучний час на напилення на напилення термобареру ПЦПК 63Н30 на кожух внутрішній буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (20 + 29) \cdot 1,15 = 56,35 \text{ хв} = 0,93 \text{ год}$$

Штучний час на напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на кожух зовнішній буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (25 + 29) \cdot 1,15 = 62,1 \text{ хв} = 1 \text{ год}$$

Штучний час на напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на кожух зовнішній буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (25 + 26) \cdot 1,15 = 58,65 \text{ хв} = 0,97 \text{ год}$$

Штучний час на напилення на напилення термобарєру ПЦПК 63Н30 на кожух зовнішній буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (25 + 29) \cdot 1,15 = 62,1 \text{ хв} = 1 \text{ год}$$

Штучний час на напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на фронт буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (15 + 29) \cdot 1,15 = 50,6 \text{ хв} = 0,84 \text{ год}$$

Штучний час на напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на фронт буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (15 + 26) \cdot 1,15 = 47,15 \text{ хв} = 0,78 \text{ год}$$

Штучний час на напилення на напилення термобарєру ПЦПК 63Н30 на фронт буде дорівнювати:

$$T_{ш} = (15 + 29) \cdot 1,15 = 50,6 \text{ хв} = 0,84 \text{ год}$$

Таблиця 4.1 – Норми штучного часу на напилення деталей жарової труби ТВЗ-117

Номер операції	Назва операції	Норма штучного часу, н/год
1	2	3
1	Підготовка деталей жарової труби до напилення ТЗПЗ (обдувка електрокорундом)	0,55

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
2	Підготовка матеріалу для напилення (сушка, просіювання, змішування порошку)	2,2
3	Напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на кожух внутрішній	0,93
4	Напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на кожух внутрішній	0,88
5	Напилення термобареру ПЦПК63Н30 на кожух внутрішній	0,93
6	Напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на кожух зовнішній	1
7	Напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на кожух зовнішній	0,97
8	Напилення термобареру ПЦПК63Н30 на кожух зовнішній	1
9	Напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на фронт	0,84
10	Напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на фронт	0,78
11	Напилення термобареру ПЦПК63Н30 на фронт	0,84
12	Контроль якості кожуха внутрішнього	0,15
13	Контроль якості кожуха внутрішнього	0,16
14	Контроль якості кожуха внутрішнього	0,13
Усього		11,36

Таблиця 4.2 – Виробнича програма виробів на рік

Найменування виробу	Норма часу на виріб, нормо-годин	Виробнича програма	
		одиниць	нормо-годин
Жарова труба	11,36	600	6816

4.1.2 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою [8]:

$$G_p = \sum_{i=1}^m \frac{t_i \cdot N_i}{F_{до}}, \quad (4.3)$$

де: G_p – кількість устаткування за розрахунком, шт;

m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -ої операції, нормо/год;

N_i – річна виробнича програма виробів, шт;

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

Отримане розрахунком кількість округляється до цілого числа, яке називається прийнятою кількістю обладнання $S_{пр}$.

Дійсний річний фонд часу роботи устаткування визначаються за формулою:

$$F_{до} = F_{ном}(1 - k_{п}), \text{ год} \quad (4.4)$$

де k_{Π} – коефіцієнт втрат часу на ремонт і обслуговування устаткування, $k_{\Pi} = 0,1$;

$F_{\text{ном}}$ – номінальний фонд часу, год;

Номінальний річний фонд часу обладнання при п'ятиденному робочому тижні та однозмінному режимі роботи – 1872 год;

$$F_{\text{до}} = 2080(1 - 0,1) = 1872 \text{ год},$$

Таким чином:

$$C_{p1} = (0,55 \text{ год} * 600) / 1872 \text{ год} = 0,17 \text{ шт}$$

$$C_{p2} = (2,2 \text{ год} * 600) / 1872 \text{ год} = 0,70 \text{ шт}$$

$$C_{p3} = (8,17 \text{ год} * 600) / 1872 \text{ год} = 2,61 \text{ шт}$$

де: C_{p1} – кількість камер для обдувки електрокорундом;

C_{p2} – кількість сушильних шаф «СНОЛ»

C_{p3} – кількість роботів маніпуляторів;

Прийняте кількість обладнання встановлюється шляхом округлення до цілої величини ($G_{\text{пр}}$).

Коефіцієнт завантаженості устаткування:

$$K_3 = \frac{G_p}{G_{\text{пр}}}; \quad (4.5)$$

$$K_{31} = 0,17 / 1 = 0,17$$

$$K_{32} = 0,7 / 1 = 0,7$$

$$K_{33} = 2,61 / 3 = 0,87$$

де: K_{31} – завантаженість камери обдувки;

K_{32} – завантаженість обладнання для підготовки матеріалу;

K_{33} – завантаженість обладнання для напилення.

Таблиця 4.3 – Розрахунок кількості обладнання, його завантаження та потужності

Найменування обладнання	Норма часу, год	Розрахункова кількість обладнання, од	Прийнята кількість обладнання, од	Коефіцієнт завантаження
1. Пост для обдувки електрокорундом	0,55	0,17	1	0,17
2. Пост для підготовки матеріалу (сушильна шафа, пристрій для перемішування порошку)	2,2	0,7	1	0,7
3. Пост для напилення ТЗПЗ (система плазмового напилення, робот маніпулятор, стіл позиціонер)	8,17	2,61	3	0,81
Всього	–	3,48	5	1,68

Виробнича площа ділянки розраховується виходячи з кількості обладнання, робочих місць і площі з додаванням 20% (проходи, проїзди та ін.). Площа ділянки приймається рівною $24 \cdot 18 = 432 \text{ м}^2$.

4.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки

Чисельність основних виробничих робітників ділянки на нормованих роботах розраховується за операціями згідно розрядам і професіям за формулою:

$$R_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot N_i}{F_{\text{д.р.}} \cdot K_{\text{в.н}}}, \text{ чол} \quad (4.6)$$

де: R_0 - чисельність основних виробничих робітників;

m - кількість видів роботи;

t_i - норма штучного часу на i - тій операції, нормо / год;

N_i - річна виробнича програма i - того виробу, одиниць;

$F_{\text{д.р.}}$ - дійсний річний фонд часу одного робітника, год;

$k_{\text{в.н.}}$ - коефіцієнт виконання норм виробітку ($k_{\text{в.н.}} = 1,05$)

Дійсний фонд часу працівника визначається за формулою:

$$F_{\text{д.р.}} = F_{\text{ном}} (1 - h), \text{ год} \quad (4.7)$$

де: $F_{\text{ном}}$ приймаємо для однозмінного режиму 2080 годин.

h - плановий коефіцієнт невиходу працівників на роботу (0,12-0,15)

Тоді

$$F_{д,р} = 2080(1 - 0,14) = 1788,8 \text{ год}$$

Чисельність допоміжних робітників за професіями розраховується за нормами обслуговування обладнання.

Чисельність керівників і фахівців ділянки (майстер, технолог) розраховують за штатним розкладом.

$$R_{о}^{\text{слюс}} = (2,75 * 600 \text{ шт}) / (1788,8 \text{ год} * 1,05) = 0,87$$

$$R_{о}^{\text{звар}} = (8,17 * 600 \text{ шт}) / (1788,8 \text{ год} * 1,05) = 2,6$$

Таблиця 4.4 – Загальна чисельність персоналу

Персонал	Чисельність Персоналу, чол	У т.ч. за розрядами					
		I	II	III	IV	V	VI
1. Основні робітники:							
– зварювальник	3					3	
– слюсар	1				2		
Всього	4				1	3	
2. Допоміжні робітники							
– слюсар-ремонтник	1			1			
– контролер	1		1				
Всього	2		1	1			
3. Керівники і спеціалісти:							
– майстер	1						
– технолог	1						
Всього	2						
Разом	8		1	1	2	4	

4.2 Планування витрат на виробництво

У даному підрозділі необхідно запланувати матеріальні витрати на основні засоби, розрахувати фонд оплати праці персоналу, скласти калькуляцію собівартості продукції.

4.2.1 Матеріальні витрати

Вартість основних і додаткових матеріалів розраховується на основі норм використання та цін. Крім того, необхідно врахувати транспортно – заготівельні витрати (5-7% від вартості матеріалів) та вартість оборотних відходів.

Розрахунок вартості закупівельних виробів наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок вартості закупівельних виробів

Найменування закупівельних комплектуючих виробів та напівфабрикатів	Кількість у виробі, одиниць	Вартість за одиницю, грн	Кількість виробів, одиниць	Вартість загальна, тис.грн
Кожух внутрішній	1	30000	600	18000
Кожух зовнішній	1	45000	600	27000
Фронт	1	40000	600	24000
Всього	–	–	–	69000

Балансова вартість напівфабрикатів $69000000 \cdot 1,05 = 72450000$ грн

До додаткових матеріалами слід віднести ті матеріали, які використовуються для здійснення технологічних процесів (захисні гази, захисні порошки і т.д.). Вартість додаткових матеріалів приведена в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок вартості основних та допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Норма витрат		Ціна за 1 т матеріалу/ за один балон, грн	Вартість на програму, тис. грн
	На виріб, кг/л	На програму, т /л		
1.Плазмоутворюючий газ (аргон)	18900	11340000	200	366
2. Порошки (ПГ-Ю10Н. ПЦПК63Н30,ПВ-Н70Ю30)	0,9	0,54	11200000	6048
Всього	–	–	–	6414

Примітка: В одному 40-літровому балоні 6200 літрів газоподібного аргону.

4.2.2 Вартість основних засобів

Вартість основних виробничих фондів передбачає такі розрахунки:

- Вартість будівель визначається на основі розрахованої загальної площі і вартості 1 м^2 будівель (3500 – 4000 грн за 1 м^2)

$$V_{\text{буд}} = 432 \cdot 4000 = 1\,728\,000 \text{ грн};$$

- Вартість споруд 5% від вартості будівель

$$V_{\text{спр.}} = 1\,728\,000 \cdot 0,05 = 86\,400 \text{ грн};$$

- Вартість обладнання (наведена в таблиці 4.6) з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу (10 - 15%);

- Вартість цінних інструментів, пристосувань, інвентарю (3 – 5% балансової вартості обладнання);

- Вартість транспортних засобів (3% балансової вартості обладнання).

Розрахунок вартості обладнання і основних виробничих фондів наведено в табл. 4.7 і табл. 4.8.

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості обладнання

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн	Кількість одиниць	Балансова вартість, грн
Система плазмового напилення AP-50	150000	1	154500
Плазмовий пістолет 9MB	6000	1	6180
Робот Motoman HP-20	320000	1	329600
Стіл-позиціонер TT180M	50 000	1	51500
ВСЬОГО	526000	4	541780

Таблиця 4.8 – Вартість основних засобів

Найменування основних фондів	Балансова вартість, грн	Структура, %	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн
1.Виробничі будівлі	1 728 000	20,7	8	138,2
2. Споруди	86 400	1,0	8	6,9
3. Обладнання	541780	72,5	24	130
4.Цінні інструменти, пристосування	30 300	3,6	40	12,1
5. Транспортні засоби	18 200	2,2	24	4,4
ВСЬОГО	2 404 680	100	–	291,6

4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується працівникам підприємства, формує фонд оплати праці. Фонд заробітної плати розраховується за прийнятими формами і системами оплати праці. Оплата праці основних робітників здійснюється за відрядно-преміальною формою оплати праці; допоміжних робітників – за почасово-преміальною формою оплати праці; керівників та спеціалістів – за штатно-окладною формою оплати праці.

Плановані доплати і премії для робітників приймаємо в розмірі 50% від тарифної заробітної плати. Премії з прибутку складають для робітників - 15% до тарифної заробітної плати, для керівників і фахівців - 40%.

Розраховуємо тарифний фонд заробітної плати основних робітників за формулою:

$$Z_{\text{тар}} = N \sum_{i=1}^m P_i, \text{ грн} \quad (4.8)$$

де: m - кількість операцій технологічного процесу;

P_i - розцінка на i -ту операцію, грн;

N - річна виробнича програма виробів, шт;

Розцінка на операцію розраховується за формулою:

$$P_i = C_i \cdot t_i \quad (4.9)$$

де C_i - годинна тарифна ставка i -того розряду, грн;

t_i - норма штучного часу на t_i - ту операцію, нормо-год;

Таблиця 4.9 - Розрахунок розцінок за операціями

Найменування операції	Норма часу, н/год	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн	Розцінка, грн.
1	2	3	4	5
1. Підготовка деталей жарової труби до напилення ТЗПЗ	0,55	4	40	22
2. Напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на кожух внутрішній	0,93	5	50	46,5
3. Напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ ПЦПК63Н30 на кожух внутрішній	0,88	5	50	44

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5
4. Напилення термобарєру ПЦПК 63Н30 на кожух внутрішній	0,93	5	50	46,5
5. Напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на кожух зовнішній	1	5	50	50
6. Напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на кожух зовнішній	0,97	5	50	48,5
7. Напилення термобарєру ПЦПК 63Н30 на кожух зовнішній	1	5	50	50
8. Напилення під слою ПВ-Н10Ю30 на фронт	0,84	5	50	42
9. Напилення проміжного шару ПГ-Ю10Н+ПЦПК63Н30 на фронт	0,78	5	50	39

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5
10.Напилення термобарєру ПЦПК 63Н30 на фронт	0,84	5	50	42
Всього	8,72	–	–	430,5

Річний тарифний фонд заробітної плати основних робітників становить:

$$З_{\text{осн}} = 430 \cdot 600 = 258\,300 \text{ грн.}$$

Заплановані доплати становлять 60% від річного тарифного фонду заробітної плати – 154 980 грн. Тоді:

$$З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 258\,300 + 154\,980 = 413\,280 \text{ грн.}$$

Основний фонд заробітної плати допоміжних робітників, які знаходяться на погодинній оплаті праці, розраховується по формулі:

$$З_{\text{доп.}} = C_i \cdot K_{\text{тар.ср.}} \cdot F_{\text{д.р.}} \cdot R_{\text{доп}} \quad (4.10)$$

де: C_i – часова тарифна ставка 1-го розряду;

$F_{\text{д.р.}}$ – дійсний річний фонд часу робітника, год;

$R_{\text{доп}}$ – чисельність допоміжних робітників;

$K_{\text{тар.с}}$ – середній тарифний коефіцієнт.

$$З_{\text{доп}} = 20 \cdot 1,17 \cdot 1788,8 \cdot 2 = 71\,550 \text{ грн}$$

$$K_{\text{тар.ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i R_{\text{доп}i}}{R_{\text{доп}}} \quad (4.11)$$

m – кількість розрядів робіт допоміжних робітників;

K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду

$R_{\text{доп}i}$ – кількість допоміжних робітників i -го розряду.

$$K_{\text{тар.ср}} = \frac{1,11+1,23}{2} = 1,17$$

Відрахування до єдиного соціального внеску розраховується відповідно до чинного законодавства – 22 % від фонду оплати праці.

Фонд оплати праці розрахований і приведений в табл. 4.10

Таблиця 4.10 – Фонд оплати праці

Категорія персоналу	Чисельність персоналу, чол.	Фонд заробітної плати, тис.грн.			Премії з прибутку, тис.грн	Фонд оплати праці, тис.грн	Відрахування до єд. соц. внеску тис. грн	Середня зарплата в місяць, грн
		Основна зарплата	Додаткова зарплата	Всього				
1.Основні виробничі робочі	4	258,3	154,9	413,2	38,7	453,2	159	8600
2.Допоміжні робочі	2	71,55	35,1	106,65	15,99	123,4	41,06	4443
3. Майстер	1	55	33	88	8,25	78,5	33,88	4580
4. Технолог	1	50	30	80	7,5	73,5	30,8	4160
ВСЬОГО	8	434,8	253	687,85	70,4	728,6	264,74	5445,7

4.2.4 Собівартість виробу

4.2.4.1 Прямі витрати

1. Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати – 69000 тис. грн. (таблиця 7.5);
2. Основні та допоміжні матеріали – 6414 тис. грн. (таблиця 4.6);
3. Основна заробітна плата основних виробничих робітників – 258,3 тис. грн. (таблиця 4.10);
4. Додаткова заробітна плата, премії – 193,6 тис. грн. (таблиця 4.10);
5. Відрахування до єдиного соціального внеску від фонду оплати праці основних виробничих робітників – 159 тис. грн. (таблиця 4.10);
6. Паливо та енергія на технологічні цілі:

$$E = S \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot t \cdot N \quad (4.12)$$

де: $S = 2,57$ грн – вартість 1 кВт електроенергії;

$U = 57$ В – напруга;

$I = 0,5$ кА – сила струму;

$\cos\varphi = 0,4$ – коефіцієнт потужності джерела живлення;

$t_{\text{шт.звар.}} = 8,17$ год – час наплення.

$$E = 2,57 \cdot 57 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 8,17 \cdot 600 = 143\,618 \text{ грн}$$

4.2.4.2 Непрямі витрати

Стаття «Утримання та експлуатація машин і обладнання» комплексна і охоплює такі витрати:

1) Утримання обладнання і робочих місць

$$\text{ВУЕО} = 400\% \text{ від } \text{ЗП}_{\text{о,р}} = 413,2 \cdot 4 = 1652,8 \text{ грн} \quad (4.13)$$

2) Заробітна плата додаткових робочих і відрахування на соціальні заходи.

3) Поточний ремонт обладнання і дорогих інструментів - 5% від їх вартості.

4) Амортизація виробничого обладнання та дорогих інструментів.

5) Відтворення малоцінних і швидкозношуваних предметів - 50% від їх вартості (вартість - 2% вартості обладнання).

6) Інші витрати становлять 5% від суми витрат попередніх статей.

Кошторис витрат на утримання та експлуатацію устаткування наведено в табл.4.11.

Таблиця 4.11 – Кошторис витрат на утримання та експлуатацію обладнання

Найменування статей витрат
1
1. Утримання обладнання та робочих місць: – витрати на силову електроенергію
2. Заробітна плата допоміжних робітників і відрахування до єдиного соціального внеску

Продовження таблиці 4.11

1
3. Поточний ремонт обладнання та дорогих інструментів
4. Амортизація виробничого обладнання та дорогих інструментів
5. Відтворення малоцінних та швидкозношуваних предметів
6. Інші витрати
Всього 1652.8

Загальновиробничі витрати, які відносяться на собівартість одиниці продукції (ZBV_i) розраховуються за формулою:

$$ZBV_i = 500\% ЗП = P \cdot 5 = 413.2 \cdot 5 = 2066 \text{ грн} \quad (4.14)$$

Таблиця 4.12 – Кошторис загальновиробничих витрат

Найменування статей витрат
1. Утримання цехового персоналу
2. Утримання приміщень і інвентарю
3. Поточний ремонт приміщень і інвентарю
4. Амортизаційні відрахування будівель і споруд
5. Витрати на проведення дослідів, раціоналізацію та винахідництво
6. Витрати на охорону праці
7. Інші витрати
Всього 2066

Загальногосподарські або адміністративні витрати – це витрати на управління, виробниче і господарське обслуговування на рівні підприємства як єдиної системи. Сума загальногосподарських або адміністративних витрат визначається прямим розрахунком або укрупнено відповідним відсотком до основної заробітної плати виробничих робітників (150–200%). Витрати на збут вміщують витрати пов'язані з утриманням складів готової продукції, витрати на упаковку, транспортування готової продукції та інші (2% виробничої собівартості). Дані розрахунку калькуляції собівартості продукції зведені у таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 Калькуляція собівартості

Стаття витрат	Витрати	
	всього витрат, грн	на одиницю, грн
1	2	3
1. Основні та допоміжні матеріали	6 414 000	10690
2. Закупівельні комплектуючі та напівфабрикати	69 000 000	115 000
3. Основна заробітна плата основних робітників	258 300	430,5
4. Додаткова заробітна плата основних робітників	154 980	258,3
5. Відрахування до єдиного соціального внеску	82 656	137,7
6. Паливо і енергія на технологічні цілі	143 618	239,36
7. Утримання та експлуатація машин і обладнання	991 680	1652

Продовження таблиці 4.13

1	2	3
8. Загальновиробничі витрати	1 239 600	2066
9. Виробнича собівартість	78 284 834	130 474
10. Адміністративні витрати	743 760	1239.6
11. Витрати на збут	4958	8.26
12. Повна собівартість	79 033 550	131 722

4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

Відносні показники вважаємо за такими формулами:

Фондовіддача:

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{C_n - C_{\text{м.п.}}}{\Phi_{\text{осн.}}} \quad (4.15)$$

де: C_n - повна собівартість продукції за рік;

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

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

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{79\,033\,550 - 75\,414\,000}{1\,497\,480} = 2,4 \text{ грн.}$$

Продуктивність праці одного працівника:

$$E = \frac{C_n}{\sum K} \quad (4.16)$$

де: C_n – повна собівартість продукції за рік;

$\sum K$ - кількість працівників.

$$E = \frac{79\,033\,550}{8} = 9\,879\,193 \text{ грн.}$$

Визначення економічного ефекту від розробленої технології зміцнення робочих поверхонь жарової труби турбовального двигуна ТВЗ-117 проводиться за формулою:

$$E = C_6 \cdot K_e - C_n \quad (4.17)$$

де $C_6 = 78\,284\,834$ – виробнича собівартість, грн.

K_e – коефіцієнт підвищення міцності;

$C_n = 79\,033\,550$ – повна собівартість;

$$E = 78\,284\,834 \cdot 1,3 - 79\,033\,550 = 22\,736\,734$$

Таблиця 4.14 – Техніко-економічні показники

Найменування показника	Значення показника
1	2
1. Річний випуск виробів	
- в натуральному вимірі, одиниць	600
- по трудомісткості, норма-год	6816
- в грошовому вимірі, грн	79 033 550
2. Виробнича площа дільниці, м ²	432

Продовження таблиці 4.14

1	2
3. Спискова чисельність персоналу усього, осіб	8
- основні робітники	4
- допоміжні робітники	2
- керівники і спеціалісти	2
4. Фонд оплати праці, грн	687 850
5. Середня заробітна плата за місяць, грн	5 445
6. Продуктивність роботи одного працівника, грн/чол	9 879 193
7. Фондовіддача, грн/грн	2,4
8. Коефіцієнт завантаження обладнання	1,68
9. Собівартість одиниці продукції, грн	129 861
10. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн	22 736 734

4.4 Висновки по розділу техніко–економічне обґрунтування

На підставі проведеної розробки зміцнення можна зазначити що нова технологія є доцільною. Значний економічний ефект 22 736 734 грн. можна пояснити тим що розроблена технологія зміцнення збільшила експлуатацію виробу на 28%.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці, при технології плазмового напилення жарової труби ТВЗ-117

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Можливість ураження електричним струмом при порушенні правил з електробезпеки

б) Можливість отримати механічних травм в разі порушень правил з охорони праці, не використання індивідуальних засобів захисту.

в) Випромінювання від плазмової дуги, інтенсивне інфрачервоне випромінювання, що може бути пов'язано з порушенням правил безпеки, не використанням індивідуальних засобів захисту та може призвести до захворювань органів слуху людини, органів зору та шкіри людини,

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

г) Можливість опіку, внаслідок непередбаченого торкання нагрітих деталей;

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

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

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

ж) Можливість загорання дільниці напилення, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, порушень технологічного процесу, що може призвести до пожежі.

з) Небезпеки, які пов'язані з умовами праці в надзвичайних ситуаціях. Зокрема укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту. Причинами пов'язаними з неправильним або взагалі відсутнім укриттям населення в надзвичайних ситуаціях можуть бути недосвідченість персоналу або неправильні дії керівництва, що може привести до важких травм, летальних наслідків і масштабних руйнувань.

5.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) Для виключення уражень електричним струмом при плазмовому напиленні на інсталяції в дослідницькій лабораторії обладнання повинне відповідати правилам ПУЕ-2013 «Правила улаштування електроустановок», де передбачено:

- струмовідні частини електроустановки, не повинні бути доступними для випадкового прямого дотику до них, а доступні для дотику відкриті і

сторонні провідні частини не повинні перебувати під напругою, що становить небезпеку ураження електричним струмом, як у нормальному режимі роботи електроустановки, так і в разі пошкодження ізоляції;

- для запобігання ураженню електричним струмом при непередбаченому торканні механізму подачі дроту, який знаходиться під напругою слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту від прямого дотику: розміщення поза зоною досяжності та надійне екранування або огороження цього механізму;

- для запобігання ураженню електричним струмом у випадку пошкодження ізоляції слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту в разі непрямого дотику: захисне заземлення; автоматичне вимикання живлення; зрівнювання потенціалів; обладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією; захисний електричний поділ кіл; ізолювальні

непровідні) приміщення, зони, площадки; системи наднизької (малої) напруги; вирівнювання потенціалів;

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

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

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

захисні костюми, рукавиці брезентові, спеціальне взуття із захисними носками, щітки захисні або окуляри.

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

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

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

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

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

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

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

- для захисту зору та лиця необхідно використовувати зварювальні маски або щітки зі світлофільтрами Э-200, Э-300, Э-400 згідно ДСТУ 2456-94 «Зварювання дугове. Вимоги безпеки». Крім того, рекомендується користуватися окулярами зі світлофільтрами типу В-2, В-3 для краточасної

роботи без маски (при запалюванні дуги, перевірці режиму роботи розпилювача).

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

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

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

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

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

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

5.3 Загальні вимоги до техніки безпеки при роботі на комп'ютері

д) Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції розробленої на підставі Санітарних норм і правил СанПин

2.2.2.542-96 «Гігієнічні вимоги до відео дисплейних терміналів, персональних електророзрахункових машин і організації робіт», а також нести особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки своєї праці і за створення небезпечного чи шкідливого виробничого фактора для інших працюючих і поломку комп'ютера.

При роботі за комп'ютером шкідливими чинниками є:

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

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

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

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

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

Під час роботи комп'ютера забороняється:

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

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

монітора повинна передбачати заходи, що забезпечують хорошу розбірливість зображення, незалежну від зовнішнього освітлення.

Категорично забороняється використання на робочому місці електронагрівальних приладів з відкритим елементом, відкритим вогнем. Користування електронагрівальними приладами з закритими нагрівальними елементами дозволяється тільки у спеціально відведених для цього місцях. Недотримання вимог до мікроклімату приміщення може не тільки різко знижувати продуктивність праці, викликати втрати робочого часу через збільшення числа помилок у роботі, але і приводити до функціональних розладів або хронічних захворювань органів дихання, нервової та імунної системи.

5.4 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

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

Для забезпечення оптимальних фізичних параметрів повітряного середовища на ділянці плазмового напилення необхідно визначити продуктивність природної вентиляції L_p :

$$L_{\Pi} = k \cdot V_{\Pi} = 2 \cdot 1512 = 3024 \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (5.1)$$

де: k - кратність повітрообміну на ділянці, $k = 2$;

V_{Π} - об'єм приміщення ділянці плазмового напилення

При плазмовому напиленні покриттів у робочу зону оператора установки здійснюється виділення шкідливих речовин, концентрація яких значно перевищує допустимі норми згідно ГОСТ12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (діоксид кремнію SiO_2 у вигляді аерозолі конденсації - $2 \text{ мг}/\text{м}^3$, оксид хрому Cr_2O_3 - $1 \text{ мг}/\text{м}^3$), тому необхідно розрахувати продуктивність місцевої витяжної вентиляції L_M (витяжного зонту):

$$L_M = a \cdot b \cdot 3600 = 0,5 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 3600 = 2025 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (5.2)$$

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

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

є) Згідно з державними будівельними нормами ДБН В.2.5-28:2016 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» на ділянці плазмового напилення необхідно здійснити належне освітлення робочих місць робітників.

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

Загальне освітлення в робочій зоні при системі комбінованого освітлення допускається не менше ніж 200 лк.

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

5.5 Заходи з пожежної безпеки

ж) Комплекс протипожежних заходів для виробничого приміщення (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаного ПК з ВДТ розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ:

-згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж» (EN2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT) у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класів - А (що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В);

-відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», воно належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки - простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки приміщення (дослідницької лабораторії конструкторського бюро, тощо) обладнане ПК з ВДТ належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому відповідно до вимог ДБНВ.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості.

У разі виникнення пожежі у приміщенні (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) обладнаному ПК з ВДТ для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В. 1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого — вхідні двері. Згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП2.09.02-85 «Производственные здания», відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується .

5.6 Заходи по забезпеченню безпеки в умовах надзвичайних ситуацій

з) Заходи, які пов'язані з небезпекою роботи в умовах надзвичайних ситуацій .Порядок дій сил цивільної оборони (ЦО) при ліквідуванні наслідків стихійних лих.

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

рятувальних та інших невідкладних робіт у зонах затоплення. Зміст цих заходів і їх обсяг визначаються часом попередження повені.

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

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

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

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

Для виявлення й уточнення обстановки організуються розвідка.

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

У населених пунктах і на об'єктах, яким загрожує затоплення, виставляють рятувальні пости (і склад) формувань і встановлюється зв'язок і ними. Для захисту мостів, гребель, водозабірних та інших споруд виділяють аварійні команди. У місцях, де можливі затори льоду, встановлюється цілодобове чергування команд підривників. За рішенням місцевих органів влади можуть бути проведені: завчасна евакуація населення, вивезення

матеріальних цінностей і відгін сільськогосподарських тварин у безпечні місця. Про початок і порядок евакуації керівний склад ЦО оповіщає населення по місцевих каналах радіотрансляції і телебачення, через адміністрацію ОТ і домоуправління. У випадку раптових паводків попередження населення здійснюється всіма наявними технічними засобами, включаючи і гучномовні рухливі установки.

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

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

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

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

При ураганах обриваються електричні проводи на опорах, порушується телефонний і телеграфний зв'язок, зриваються покрівлі з

житлових будинків, виробничих будинків і тваринницьких ферм, виникають різні пошкодження, аварії, пожежі.

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

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

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

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

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

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

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

Щоб уникнути руйнівних наслідків у районах загрози, де можливі поштових силою 7 і більше балів (за 12-бальною шкалою), будуються сейсмостійкі житлові будівлі, промислові будівлі й інші об'єкти та споруди. Для додання будинкам стійкості використовуються високоякісні матеріали, застосовуються особливі антисейсмічні конструкції, не допускається використання надто важких деталей, обмежується поверховість житлових

будинків, ставляться підвищені вимоги до якості будівельних робіт. У містобудуванні переважає просторе планування, яке забезпечує наявність достатніх розмірів між будинками, широких вулиць і проїздів. Вживаються заходи щодо підвищення сейсмостійкості підземних інженерних комунікацій, а також посилення протипожежної безпеки

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

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

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

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

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

В результаті землетрусу основа для о.с. формувань загального призначення і спеціальних формувань ЦО районів, які попали в зону лиха може виявитися в зонах руйнування і сама буде потребувати допомоги. Тому можливо, що спочатку рятувальні роботи доведеться проводити на ОГ і в жилих кварталах обмеженими силами і засобами. У таких умовах першочерговими роботами повинні бути виявлення і витягування людей із зруйнованих будинків, з під завалів, наданням їм першої медичної допомоги й евакуації тих, хто потребує лікування, в медичні установи, а також улаштування людей, що залишилися без домівок. Рятування людей організовується в перше чергу з тих будинків, яким загрожують затоплення, пожежі, обвали. Лікарська допомога потерпілим здійснюється в загонах першої медичної допомоги, на медичних пунктах військових частин ЦО й у

лікувальних установах, які збереглися . Потім їх вивозять у заміську зону або в лікарні сусідніх міст. Здійснення інших невідкладних робіт припускає в першу чергу усунення тих аварій на комунально-енергетичних і технологічних мережах, що створюють безпосередню загрозу для життя людей і насамперед аварій на комунікаціях зі СДОР.

ВИСНОВКИ

Розроблена технологія зміцнення жарової труби турбовольного двигуна ТВЗ-117, з урахування специфіки роботи в складних умовах.

Спроектований технологічний процес зміцнення робочих поверхонь жарової труби, а також було вибрано необхідне обладнання

Спроектовано ділянку підвищення міцності даної деталі. Проведено техніко-економічне обґрунтування дипломного проекту. Розроблена технологія зміцнення жарової труби є економічно вигідною, оскільки запровадження даної технології підвищить ресурс деталі а разом з цим і усього турбовольного двигуна ТВЗ-117 майже на 30%. Розроблені загальні заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кеба И.В. Авиационный газотурбинный двигатель ТВЗ-117[Текст] / И.В. Кеба. – М.: Машиностроение, 1977. — 176 с.
2. Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов [Текст] / А.С. Зубченко. – М.: Машиностроение, 2003 г. – 784 с.
3. Хасуи А. Наплавка и напыление [Текст]/ Хасуи А., Моригаки О. – М.: Машиностроение, 1985. -240с.
4. Кудинов В.В. Плазменные покрытия. [Текст]/ - М.: Наука,1977.- 183 с.
5. Шаривкер С.Ю. Прочность сцепления с основанием плазменных антифрикционных покрытий. Физика и химия обработки материалов. [Текст]/ Шаривкер С.Ю., Ковальчук Ю.М. // -1975.-№4.- С.31-36.
6. Нанесение теплозащитных покрытий на жаровые трубы, корпуса, проставки и другие стартовые детали. ТИ 77.25270.00159. – ГП «Ивченко-Прогресс» 2016 -25 с.
7. Гитлевич А.Д. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах [Текст]/ А.Д. Гитлевич, Л.А. Животинский, Д.Ф. Жмакин – М.: МАШГИЗ, 1962. – 172 с.
8. Леженко Э.А. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов для студентов специальности «Оборудование и технология сварочного производства» / Э.А. Леженко – Запорожье: ЗГТУ. – 2005. – 36 с.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документація		
A2			ГКІЮ 17722018.005 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
δ/4		1		Колонка відбивача	1	
δ/4		2		Диск відбивача	1	
δ/4		3		Кільце	1	
δ/4		4		Шпилька	4	
δ/4		5		Кожух внутрішній	1	
				Стандартні вироби		
δ/4		6		Гайка М6. 8.02	4	
				ГОСТ5927-70		
δ/4		7		Гайка М6.8.02		
				ГОСТ11860-73	8	

ГКІЮ 17722018.005 СК

Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Разраб.		Юрасов П.Ю.		
Пров.		Щмілов А.О.		
Н.контр.		Нетребова В.В.		
Утв.		Об-иницкий		

Приспособування для
плазмозового напилення
кожуха внутрішнього

Лист	Лист	Листов
	2	2

ЗНТУ, кафедра ОТЗВ
Група ІФ-313М

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документація		
A2			ГКІЮ 17722018.006 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
б/ч		1		Каркас встановлюючий лівий	1	
б/ч		2		Каркас встановлюючий правий	1	
		4		Диск	1	
				Стандартні вироби		
б/ч		3		Шпилька	4	

ГКІЮ17722018.006 СК

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Юрасов П.Ю.	<i>[Signature]</i>	
Пров.		Шумілов А.О.	<i>[Signature]</i>	
Н.контр.		Непредко В.В.	<i>[Signature]</i>	
Утв.		Овчинников С.В.	<i>[Signature]</i>	

Приспособвання для
плазмового напилення
кожуха зовнішнього

Лист	Лист	Листов
	2	2

ЗНТУ, кафедра ОТЗВ
Група ІФ-313М

Копировав

Формат А4

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Документація		
A2			ГКІЮ 17722018.007 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
б/ч		1		Крестовина	1	
б/ч		2		Обтікач	12	
б/ч		3		Шпилька	1	
				Стандартні вироби		
б/ч		4		Гайка М10.02.08 ГОСТ5927-70	1	
б/ч		5		Гайка М10.02.08 ГОСТ11860-73	1	

ГКІЮ17722018.007 СК

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Юрасов П.Ю.	<i>[Signature]</i>	
Пров.		Щутилов А.О.	<i>[Signature]</i>	
Нконтр.		Петренко В.В.	<i>[Signature]</i>	
Утв.		Овчинников	<i>[Signature]</i>	

Приспособвання для
плазмового напilenня
"Фронт"

Лит.	Лист	Листов
	2	2

ЗНТУ, кафедра ОТЗВ
Група ІФ-313м

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Юрасов	<i>[Signature]</i>	
Перевір.	Шумілов	<i>[Signature]</i>	
Н. контр.	Нетребко	<i>[Signature]</i>	
	Листів 4		Лист 1

ГКІЮ 17722018

ДП

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

До технології нагичлення
жарової труби ТВЗ-117

ЗАТВЕРДЖУЮ

зав. каф. ОТЗВ, проф.
[Signature]
Овчинников О.В.

Нормоконтроль: В.В. Нетребко

Дата _____

Впровадження у виробництво

Акт № _____ Дата _____

Зав. кафедрою ОТЗВ: Овчинников О.В.

Дата 20.12.2018

Комплект документів

відповідає

ТД

Дубл.																									
Взам.																									
Подл.																									
														Листів 4		Лист 3									
Розроб.			Юрасов	<i>[Signature]</i>											ГКІЮ 17722018										
Перевір.			Шумілов	<i>[Signature]</i>																					
Н. контр.			Нетребко	<i>[Signature]</i>																					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код найменування операції					Позначення документу															
Б	Код найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт											
К/М	Найменування деталі, збир. одиниці або матеріалу				Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх											
Р 22	P=0,4...0,5МПа; L=90...100 мм; кут атаки 70...90°																								
Б23	Камера для обдувки електрокорундом																								
А24	25 Розборка																								
О 25	Розібрати захисне пристосування				Слюсар 4 р.										0,16										
Б 26	Оснастка для захисту деталі																								
А 27	30 Зборка																								
О 28	Зібрати деталь в захисне пристосування				Слюсар 4 р.										0,16										
Б 29	Оснастка для захисту поверхонь від напилення																								
30																									
А 31	35 Плазмове напилення																								
О 32	Встановити оснастку з деталлю в планшайбу				Зварювальник 5 р.										0,06										
33	Відрегулювати витрати стисненого повітря для																								
34	охолодження																								
Р 35	D _{сопла} = 10 мм; P = 0,45...0,6МПа; L=90...100мм																								
О 36	Нанести підслой ПВ-Н70Ю30														0,93										
37	Зняти пристосування з деталлю																								
38	Обдути деталь із захисним пристосуванням до																								
39	видалення чорноти																								
Р 40	P=0,2 МПа; L=90 ... 100 мм; кут атаки 70 ... 90°																								
41	Встановити деталь із пристосуванням в														0,06										
42	планшайбу																								

