

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Фізико-технічний, інженерно-фізичний
(повне найменування інституту, назва факультету)

Фізичного матеріалознавства
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Застосування математичного моделювання при дослідженні зміни структури та властивостей КМ системи вольфрамі-нафталіну в умовах термостійкості

Виконав: студент VI курсу, групи УФ-213М
спеціальності (напряму підготовки)

132 Моделювання

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Степанюк А.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник Вішніченко В.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Валков Г.П.

(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя

20 18 рік

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

Інститут, факультет Інженерно-фізичний
 Кафедра Фізичного матеріалознавства
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 132 Матеріалознавство
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 6050403 Прикладне матеріалознавство
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Клімов О.В.

"12" грудня 2018 року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Генанюк Дар'я Андріївна
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Застосування математичного моделювання при дослідженні зміни структури та властивостей композиційного матеріалу системи вольфрам-нафталіновий сплав в умовах термічного впливу
 керівник проекту (роботи) Вінніченко Валерій Генанович, доц., к.т.н.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "18" жовтня 2018 року № 264

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14 грудня 2018 року




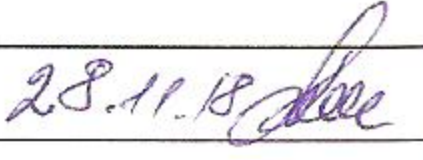
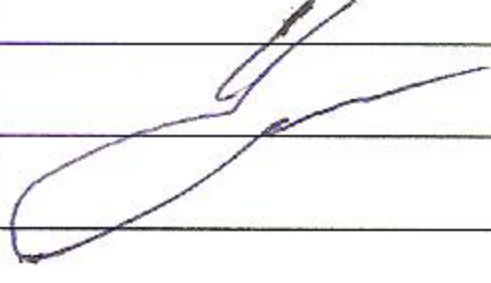
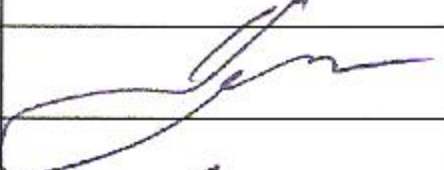
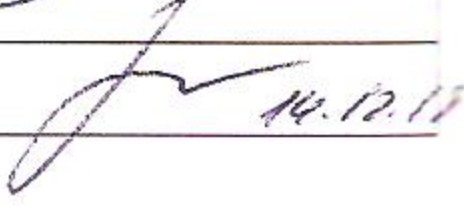
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Механічні властивості матеріалів при підвищених тем-рах; Способ формування композиційів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Дослідження механічних властивостей підвищених характеристик КМ для роботи в умовах циклічної зміни тем-р; 2. Матеріали і методи дослідження; 3. Дослідження механічних властивостей створення КМ для роботи в умовах тем-р, що циклічно змінюються; 4. Економічна ефективність від використання результатів досліджень; 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1. Хімічний склад використаних сплавів; 2. Короткотривала міцність матеріалів матриць та волокон; 3. Умови проведення та результати експерименту для КМ із матрицею Ж-64; 4. Мікрометр-ра зразків та статична перевірка моделі експерименту; 5. Короткотривала та штовпа міцність армиувальних зразків при тем-рі 1300°C; 6. Мікроструктура КМ після різних термічних впливів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3	Вінніченко В.С., доц., к.т.н.		
4	Крузікова В.В., доцент	24.09.11 	28.11.18 
5	Месієров О.В., доцент кафедр. ОП: НС		
Норма-контроль	Траш А.В., доц., к.т.н.		 14.12.18

7. Дата видачі завдання 20.09.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Дослідження можливості підвищення характеристик КМ для роботи в умовах циклічної зміни тем-р.	24.09.-08.10.18	
2.	Матеріали і методи дослідження	10.10.-31.10.18	
3.	Дослідження можливості зворотня КМ для роботи в умовах тем-р, що циклічно змінюються	01.11.-21.11.18	
4.	Експериментальна ефективність від виконання результатів досліджень	22.11.-28.11.18	
5.	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	29.11.-06.12.18	

Студент


(підпис)Геначок А.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)Вінніченко В.С.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: с. 74, рис. 16, табл. 21,джерел 9.

Об'єктом дослідження був композиційний матеріал який складається з матриці ЭК-64 та армувальних волокон ВР273ВП для виготовлення за допомогою методу контактного (роликового) зварювання деталей теплових двигунів.

Метою роботи було дослідити структуру високотемпературного композиційного матеріалу з матрицею ЭК-64 та волокнами ВР273ВП для виготовлення деталей теплових двигунів, що працюють при температурах 1200-1300°С. Також розглянути види матриць та армувальних волокон, види технологій отримання композиційних матеріалів, способи з'єднання волокон з матрицею та способи підвищення термоциклічної стійкості.

В роботі використані наступні методи: мікроспектральний аналіз для дослідження розподілу елементів у складових композита; металографічний метод для дослідження структури; використання випробувань на розрив; випробування на термоциклування;дюрOMETричний метод для дослідження мікротвердості складових композиційного метеріалу;

Зроблено такий висновок:

- Показано, що вищій опір термоциклуванню чинить композиційний матеріал з матрицею ЭК-64 порівняно з композиційним матеріалом з матрицею ВЖ-98.

ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМОЦИКЛІЧНОЇ СТІЙКОСТІ, ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ КМ, МЕТОД КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ, СПЛАВ ЭК-64, ВОЛОКНО ВР273ВП,ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ, МІКРОСПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ, МІКРОТВЕРДІСТЬ, МАТРИЦЯ ПЛАНУВАННЯ

ЗМІСТ

Вступ.....	
1 Дослідження можливостей підвищення характеристик композиційного матеріалу для роботи в умовах циклічної зміни температур.....	
1.1 Способи отримання композиційних матеріалів.....	
1.2 Жароміцні композиційні матеріали.....	
2 Матеріали і методи досліджень	
2.1 Методика виготовлення композиційного матеріалу.....	
2.2 Методика дослідження структури та властивостей композиційного матеріалу.....	
2.3 Механічні властивості матриць та армувальних волокон.....	
3 Дослідження можливості створення композиційних матеріалів для роботи в умовах температур, що циклічно змінюються.....	
3.1 Дослідження процесу зварювання композита з однією армувальною сіткою.....	
.....	
3.2 Механічні властивості композиційних матеріалів.....	
3.3 Вплив термоциклування на структуру та властивості композиційного матеріалу.....	
4. Економічна ефективність від використання результатів досліджень.....	
4.1 Ринок технологій – елемент світового ринку.....	
4.2 Обґрунтування наукових досліджень.....	
5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	
5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки	
5.3 Заходи щодо виробничої санітарії та гігієни праці.....	

5.4	Заходи з пожежної безпеки.....
5.5	Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....
	Висновки.....
	Перелік посилань.....

ВСТУП

Ракетний двигун – різновид реактивного двигуна, робоче тіло якого знаходяться в самому засобі пересування. Сила тяги в ракетному двигуні виникає в результаті перетворення початкової енергії в кінетичну енергію реактивного потоку робочого тіла. Залежно від виду енергії, що перетворюється в кінетичну енергію реактивного потоку, розрізняють хімічні ракетні двигуни, ядерні ракетні двигуни і електричні ракетні двигуни. Найбільш поширені хімічні ракетні двигуни, в яких, в результаті екзотермічної хімічної реакції пального і окисника, тобто палива, продукти згорання нагріваються в камері згорання до високих температур, розширюючись, прискорюються в надзвуковому соплі і витікають з двигуна. Паливо хімічного ракетного двигуна є джерелом як теплової енергії, так і газоподібного робочого тіла, при розширенні якого його внутрішня енергія перетворюється в кінетичну енергію реактивного струменя.

Розробка високотемпературних матеріалів багато в чому визначає можливості вдосконалення ракетних двигунів. Підвищення експлуатаційних характеристик цих двигунів обмежено не тільки можливостями палива, а також температурами, що витримують жароміцні матеріали. Тому підвищення робочих температур жароміцних матеріалів є одним з актуальних напрямків матеріалознавства.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ ЦИКЛІЧНОЇ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУР

1.1 Способи отримання композиційних матеріалів

Отримання композиційного матеріалу – процес з'єднання матриці і зміцнювальної фази. Для цього використовуються як традиційні технології (наприклад, порошкова металургія), так і специфічні, що застосовуються тільки для виготовлення композитів [1].

У процесі з'єднання матриці і волокна можливо отримання не тільки напівфабрикату (прутка, труби), але і заготовки, наближеною за формою і розмірами до деталі, а також готової деталі.

Усі способи отримання композиційних матеріалів поділяються на твердофазні, рідиннофазні і осадження. Розглянемо основні технологічні схеми вказаних груп.

Твердофазні способи полягають в попередньому поєднанні (об'єднанні) армувальних елементів і матриці і їх подальшому компактуванні у виріб за допомогою гарячого пресування, кування, прокатки, дифузійного зварювання, екструзії.

Для виготовлення композиційних матеріалів, армованих високоміцними частинками, безперервними і короткими волокнами, а також сітками з волокон, найбільше застосування знаходять твердофазні методи порошкової металургії. Ці методи дозволяють отримувати композити із заданою пористістю, в широкому діапазоні змінювати концентрацію зміцнюючого компонента. До недоліків цих методів слід віднести труднощі рівномірного розподілу армувальної фази в об'ємі матриці в ході підготовки шихти, а також можливість ушкодження крихкої арматури волокон при компактуванні. Підготовка шихти здійснюється механічним і хімічним змішуванням порошку матричного матеріалу зі зміцнюючими волокнами або

частинками. Для ущільнення матеріалу шихти, надання деталі необхідної форми і розмірів здійснюється пресування на пресах або молотах, гідростатичним способом, прокаткою, екструзією або за допомогою вібрації або вибуху.

У разі пресування в прес-формах тиск на шихту передається через пуансон. В процесі пресування між порошкоподібним матеріалом і стінками форми виникають сили тертя, що зростають зі збільшенням тиску пресування, що приводить до значного перепаду тисків по висоті пресування і, як наслідок, до нерівномірності ущільнення порошку. Поява нерівномірності ущільнення і дефектів заготовки може бути викликана також пружною і пластичною деформацією, що виникає в процесі пресування. Ці недоліки у меншій мірі властиві методу ізостатичного гарячого пресування.

Для гідростатичного пресування характерна відсутність зовнішнього тертя, тому нерівномірність густини за об'ємом заготовки значно менше аналогічної густини при звичайному пресуванні. Цей метод застосовується для отримання виробів складної конфігурації. В процесі екструзії відбувається обтискання і продавлювання заготовок з шихти композиційного матеріалу. Заготовки можуть бути з суміші волокон і порошоків із зв'язками-пластифікаторами (в'язкими речовинами типу розчину бакеліту, парафіну). Пластифікатор зв'язує екструдовані частинки і створює сприятливі умови для витікання формованої маси через мундштук.

При спіканні-пресуванні або гарячому пресуванні застосовують нагріті заготовки з шихти армованого матеріалу. Цим методом отримують довгомірні вироби різного профілю – прутки, труби, куточки. Головний недолік способу екструзії – сильна пошкоджуємість армувальних волокон під час ущільнення. При гарячому пресуванні процеси пресування і спікання об'єднані. Завдяки нагріву до температур, що становлять $0,5-0,8 T_{пл}$ матриці, ущільнення шихти протікає набагато інтенсивніше, ніж при роздільних операціях пресування і спікання.

У разі гарячого пресування зовнішній тиск підсумовується з

капілярним, обумовлюючим вільне спікання порошку. Цим методом вдається отримувати практично без пористі вироби.

Найбільш продуктивним процесом отримання шаруватих композиційних матеріалів методом твердофазного поєднання армованих листів і стрічок є технологія безперервного компактування з використанням прокатки або дифузійного зварювання. За цією технологією між роликками прокатного стану ущільнюються до компактного стану або матричні стрічки і арматуру у вигляді безперервних волокон, або стрічки з розташованими між ними дискретними волокнами.

Найбільше застосування отримує зварювання вибухом – основний спосіб отримання шаруватих композитів, при якому з'єднання утворюється в твердій фазі. Метод не вимагає нагріву перед деформацією, що дозволяє зберегти добру міцність армувальних волокон. Зварювання вибухом використовується для виготовлення багат шарових листів, смуг, циліндричних заготовок, виробів з композиційних матеріалів, армованих волокнами. В результаті детонації вибухової речовини відбувається зіткнення пластини, що рухається, і заготовки. При цьому мають місце значна пластична деформація поверхневих шарів і їх місцевий адіабатичний нагрів, що призводять до утворення міцного зварного з'єднання окремих пластин. Основними проблемами, що виникають при плакіруванні вибухом, є поява непроварів по периметру, а також розтріскування зварюваних плит, що особливо характерно при з'єднанні товстолистових великогабаритних установок.

Останніми роками отримують розвиток методи синтезу композиційних матеріалів нанесенням на підкладку шарів, що чергуються, матриці і арматури, тобто методами осадження. Існує декілька способів отримання композитів нанесенням покриттів : плазмовим напиленням, електролітичним осадженням, осадженням з газової фази, вакуумним, емісійним і іншими методами.

Рідиннофазні методи мають ряд суттєвих переваг, головні з яких :

можливість отримання композиційних виробів складної конфігурації з мінімальною подальшою механічною обробкою або взагалі без неї; обмежена силова дія на крихкі компоненти; широка номенклатура компонентів, використовуваних для створення композитів; спрощене апаратурне забезпечення; висока продуктивність; можливість механізації, автоматизації і реалізації безперервних технологічних процесів. Окрім цього, за допомогою рідиннофазного методу можна виготовляти такі композиції, які іншими методами або неможливо виготовити, або нераціонально. З використанням ливарних технологій композиційні матеріали отримують двома способами: з'єднанням твердої і рідкої фаз, а також з'єднанням різних компонентів, що знаходяться в рідкому стані.

Процес з'єднання твердої і рідкої фаз здійснюється в наступному порядку (рис.1.1) : розміщення (укладання, установка) армувальних елементів в порожнину ливарної форми перед заливкою матричним розплавом (рис. 1.1, I - III); заливка в ливарну форму гетерогенного матричного розплаву, що містить армувальні елементи, приготованого в спеціальному агрегаті (ковші) (рис. 1.1, IV); введення армувальних елементів в матричний розплав в процесі заливки його в кристалізатор або в ливарну форму (рис. 1.1, V, X); складання (намотування) армувальних елементів у присутності рідкого матричного сплаву (рис. 1.1, IX).

Технологічний процес отримання виробів рідиннофазним поєднанням компонентів складається з наступних основних етапів: підготовки компонентів (калібрування, очищення і плакірування поверхні, надання армуючої конструкції необхідної форми, конфігурації); зборки, розміщення в порожнині форми арматури або введення армувальних елементів в розплав; заливки матричним розплавом, просочення; витримки для твердіння рідкої фази в умовах накладення зовнішніх сил або без них; витягування з форми; термічної і механічної обробки композиційних виробів. Часто литво композитів по одному з етапів ливарної технології називають просоченням.

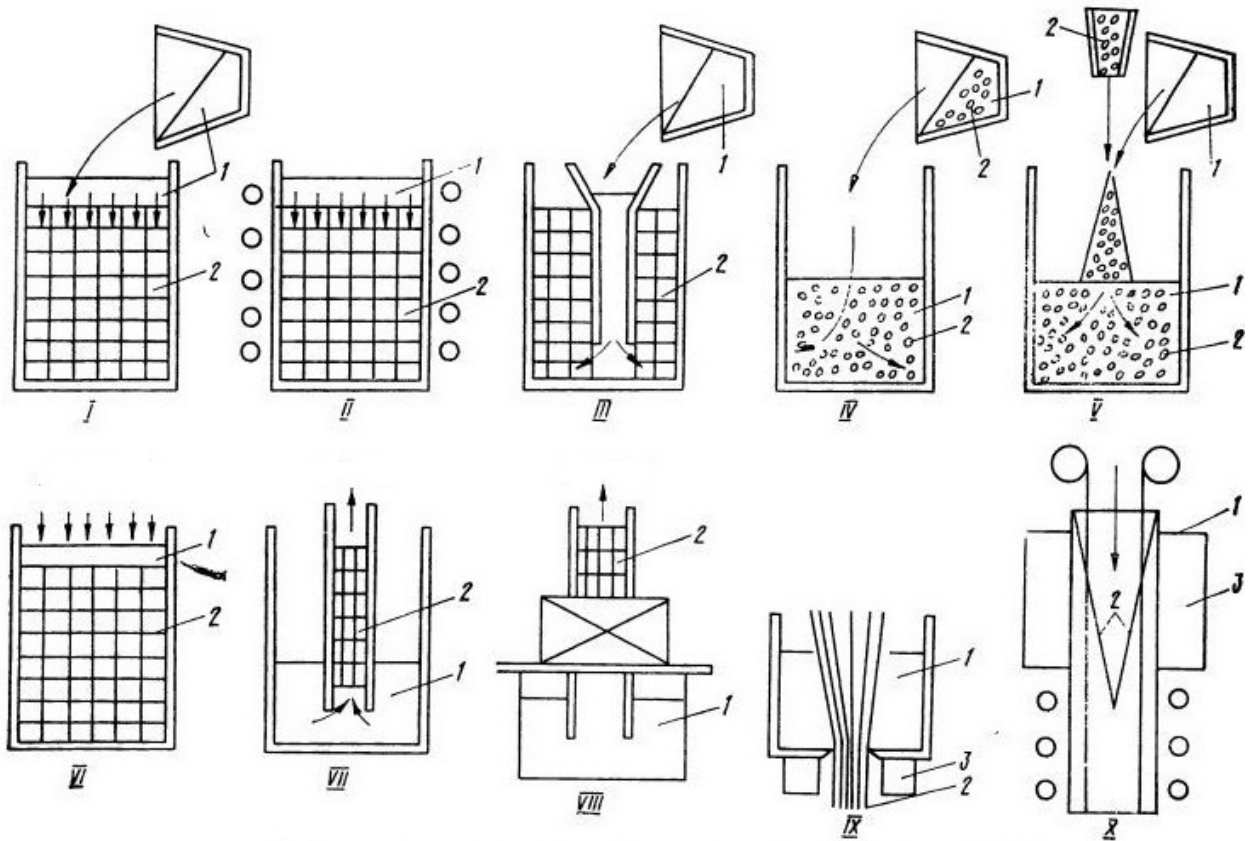


Рисунок 1.1 – Схеми отримання заготовок з композитів методами лиття [1]

Рисунок 1.2 ілюструє послідовні етапи виготовлення виробу з композиційного матеріалу методом вакуумно-компресійного литва. Основа деталі з намотаними на неї армувальними волокнами встановлюється в тонкостінну ливарну металеву форму, внутрішня порожнина якої відповідає конфігурації виготовляемого виробу. Форма розміщується у верхню термічну піч, а в нижню плавильну піч (тигель) укладається шихта матричного сплаву. Зібрана форма вакуумується і нагрівається, одночасно в нижній печі розплавляється матричний сплав, в простір печі під тиском подається стислий аргон. Форма опускається в рідкий метал, який під тиском через спеціальні отвори поступає всередину і заповнює (просочує) проміжки між армувальними волокнами. Після закінчення просочення форма піднімається вгору, де розташований зовнішній холодильник, рідка фаза кристалізується, виріб охолоджується і витягується з форми. Облаштування форми передбачає

виведення усадкової раковини з робочої частини виробу у своєрідну прибуткову надставку. Важливу роль в описаному процесі грає підігрівання арматури. Якщо температура підігрівання недостатня, то можливе неповне просочення матричним розплавом, утворення пор, неоднорідному недосконалому зв'язку по висоті виробу.

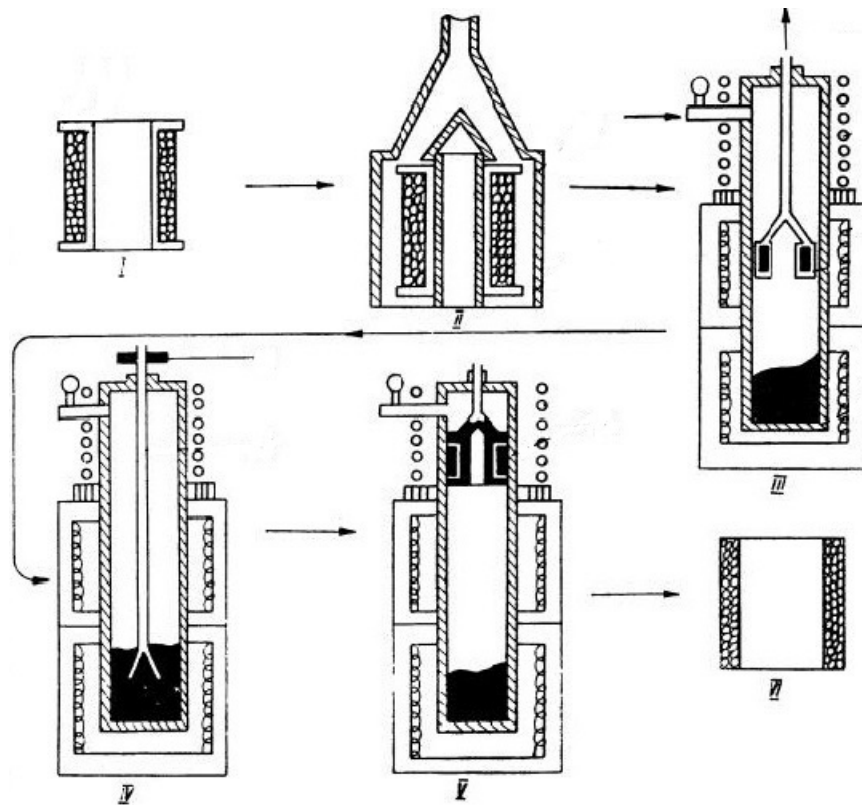


Рисунок 1.2 – Послідовність виготовлення виробів з композита методом вакуумно-компресійного литва [1]

В процесі формування і кристалізації заготовки для підвищення якості композиційних виробів, усунення недосконалості литої структури застосовується накладення різного виду зовнішніх сил : тиск, вібрація, ультразвукові або електромагнітні коливання. Наприклад, вакуумування (див. рис. 1.1, VII) захищає армувальні елементи від окислення, покращує змочування і розтікання, зменшує час контакту арматури з рідкою фазою, покращує властивості виробів і стабілізує їх.

Методом вакуумного всмоктування отримують, наприклад,

композиційні відливання з жароміцного сплаву, армовані вольфрамовими волокнами. Вакуумне всмоктування відбувається з великою швидкістю і у ряді випадків потік рідкого металу може викликати ерозійне руйнування поверхні армувальних волокон. Усунути це небажане явище дозволяє метод литва з комплексною електромагнітною і вакуумною дією (див.рис.1.1, VIII), яка дозволяє за допомогою електромагнітного поля регулювати швидкість руху розплаву при заливці і просоченні. Для збереження армувальними волокнами початкової міцності час їх контакту з розплавленим матричним сплавом по можливості скорочують.

Литвом під тиском можна отримувати деталі складної конфігурації, тонкостінні (товщина стінок 1-3 мм), при цьому їх форма і розміри максимально наближені до готового виробу і часто не вимагають додаткової механічної обробки, що є великою перевагою ливарної технології. Одним з найбільш поширених методів отримання багатошарового металу є так зване лите плакірування—заливка рідким металом твердих армувальних елементів, заздалегідь розміщених і закріплених в ливарній формі або виливниці.

Розташування армувальних елементів, їх геометрія, маса по відношенню до металу, що заливається, і інші параметри армування можуть бути різними (рис. 1.3). Рідкий метал можна заливати як сифоном, так і згори.

Заливкою рідкої сталі у виливницю зі встановленими заздалегідь армувальними вставками отримують багатошаровий виливок, з якого після прокатки і обрізання кромки виготовляють багатошарові листи. Наприклад, для отримання біметалічного плакірованого листа сляб з легованої корозійностійкої сталі із заздалегідь проструганою і знежиреною поверхнею встановлюється на деякій відстані від стінки виливниці за допомогою приварених стержнів (рис. 1.3, а).

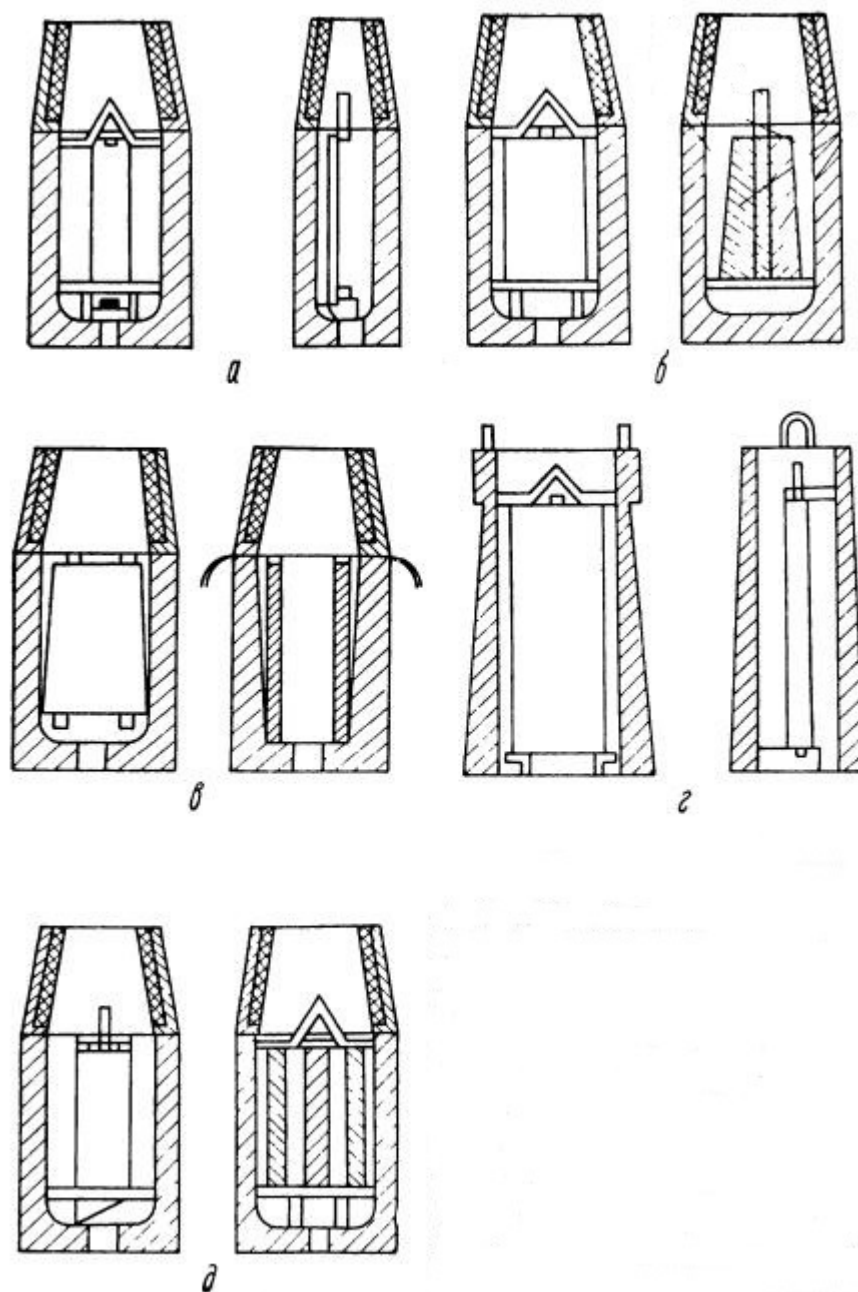


Рисунок 1.3 – Різні варіанти армування виливок при виготовленні багатошарового металу литим плакуванням [1]

Потім робиться сифонова заливка у виливницю рідкої вуглецевої сталі. Розплав, що заповнив проміжок між армувальною вставкою і стінкою виливниці, утворює захисний шар, що оберігає поверхню сляба від окислення. На рисунку 1.3, б представлена схема армування двома слябами з корозійностійкої сталі, встановленими в центрі виливниці, розділеними по поверхні зіткнення вогнетривким мастилом, що запобігає їх зварюванню. По

периметру сляби можуть бути скріплені електрозварюванням. В результаті прокатки такого сляба виходять два біметалічні листи. Для отримання тришарових і багатошарових листів використовуються схеми армування, приведені на рисунку 1.3, в-г. Цей спосіб використовується для отримання багатьох біметалів : корозійностійких, антифрикційних, інструментальних, термобіметалів. Існують також способи отримання біметала заливкою розплаву у форму безпосередньо на плакіруему поверхню виробу, пластини. Ця технологія широко застосовується для відновлення зношених деталей механізмів і машин.

У роботі описаний спосіб отримання шаруватих композитів з використанням електрошлакового обігріву (ЕШО), який дозволяє отримувати біметал з надійним з'єднанням незалежно від товщини прокатуваного металу. Послідовність технологічних операцій показана на рисунку 1.4. Заготовка (сляб, поковка, виливниця) з вуглецевої або низьколегованої сталі поміщається в кристалізатор. На поверхню заготовки заливається виплавлений в шлакоплавильній печі шлак, що утворює шлакову ванну. За допомогою електродів, що не витрачаються (графітизованих), поверхня плакіруємої заготовки нагрівається до температури, при якій відбувається сплав різнорідних металів. В процесі ЕШО поверхня заготовки очищається від окалини і забруднень, що виключає необхідність попередньої механічної обробки і інші види її підготовки. Після досягнення певної температури на заготовку заливається легована сталь, отримана у будь-якому сталеплавильному агрегаті за традиційною технологією. Необхідна оптимальна температура плакіруємої поверхні, захист її від окислення забезпечують надійний сплав шарів металу. Залитий другий шар кристалізується по заданому режиму регулюванням температури шлакової ванни і часу проведення ЕШО. При цьому запобігає утворення дефектів усадкового характеру в металі плакіруючого шару. Застосування методу плакірування з використанням ЕШО дозволяє розширити можливості композиції різних елементів для отримання заданого поєднання

властивостей, заощадити високолеговані сталі, підвищити якість виробів з біметала.

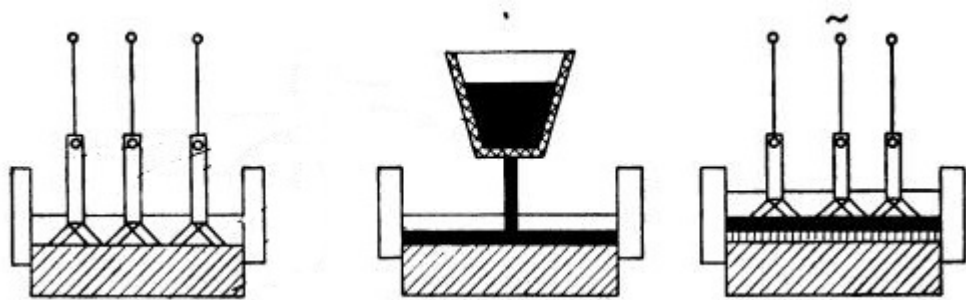


Рисунок 1.4 – Схема отримання біметалевих заготовок з використанням ЕШО [1]

Широкий розвиток отримало ливарне плакірування втулок, циліндрів, трубних заготовок за допомогою відцентрового литва. Існують різні варіанти технології : послідовна заливка шарів металів або сплавів у виливницю відцентрової машини, у тому числі з використанням флюсів, інокуляторів або без них; плакірування твердої циліндричної заготовки, встановленої у відцентрову машину заливкою плакіруючого розплаву або розплавленням кускових шихтових матеріалів, поміщених заздалегідь в порожнину плакіруемого циліндра. Нагрів і розплавлення шихти у виливниці відцентрової машини (наприклад, гранул бронзи) робиться за допомогою електричної дуги, високочастотного індуктора або в печі. Розплавлений метал під дією відцентрової сили рівномірним шаром розподіляється по внутрішній поверхні заготовки, заповнює порожнини між елементами арматури. Після зупинки відцентрової машини заготовка виймається, охолоджується і піддається подальшій обробці. До основних технологічних параметрів відцентрового литва біметалічних заготовок відносяться температура нагріву розплаву, твердої заготовки і арматури, час витримки під впливом відцентрових сил, швидкість обертання виливниці в процесі виготовлення композиту. При отриманні біметалічних заготівель шляхом послідовної або одночасної заливки двох різних розплавів забезпечується

міцніше з'єднання шарів, відпадає необхідність підготовки поверхні твердого елемента. При послідовній заливці у виливницю встановлюється перегородка, яка віддаляється після часткового твердіння першого шару і досягнення на контактній поверхні певної температури. Потім заливається другий шар. Дотримання температурних і інших параметрів технології забезпечує надійне з'єднання шарів. Різні розплави заливаються так, щоб метали, що заливаються, не змішувалися. Технологія відцентрового литва біметалічних труб і заготівель дуже ефективна для виготовлення відповідальних деталей типу циліндра для машин і механізмів, працюючих при підвищених температурах, знакозмінних навантаженнях і в агресивному середовищі.

Одним з перспективних напрямів у виробництві шаруватих композитів є безперервне литво плоских і циліндричних заготовок з подальшою пластичною деформацією. Ця технологія дозволяє значно підвищити продуктивність праці, у тому числі за рахунок механізації і автоматизації виробничих процесів, понизити собівартість готової продукції, виключити екологічно шкідливі операції того, що отруюють і абразивної зачистки металу. Існують два варіанти технології: з використанням компонентів в твердому і рідкому стані; з використанням компонентів тільки в рідкому стані. Прикладом першого технологічного варіанту може служити технологія отримання двух- або багат шарових заготовок плоского або круглого перерізу на горизонтальній установці безперервного розливання стали. Розплав з проміжного ковша поступає у воду охолоджуваний графітовий кристалізатор. Через кристалізатор проходить плакіруєма заготовка, заздалегідь нагріта у високочастотному індукторі (рис. 1.5). Розплав кристалізується, тверда смуга (чи оболонка) з плакіруємою заготовкою витягується роликками, нагрівається в другому індукторі для кращого з'єднання шарів.

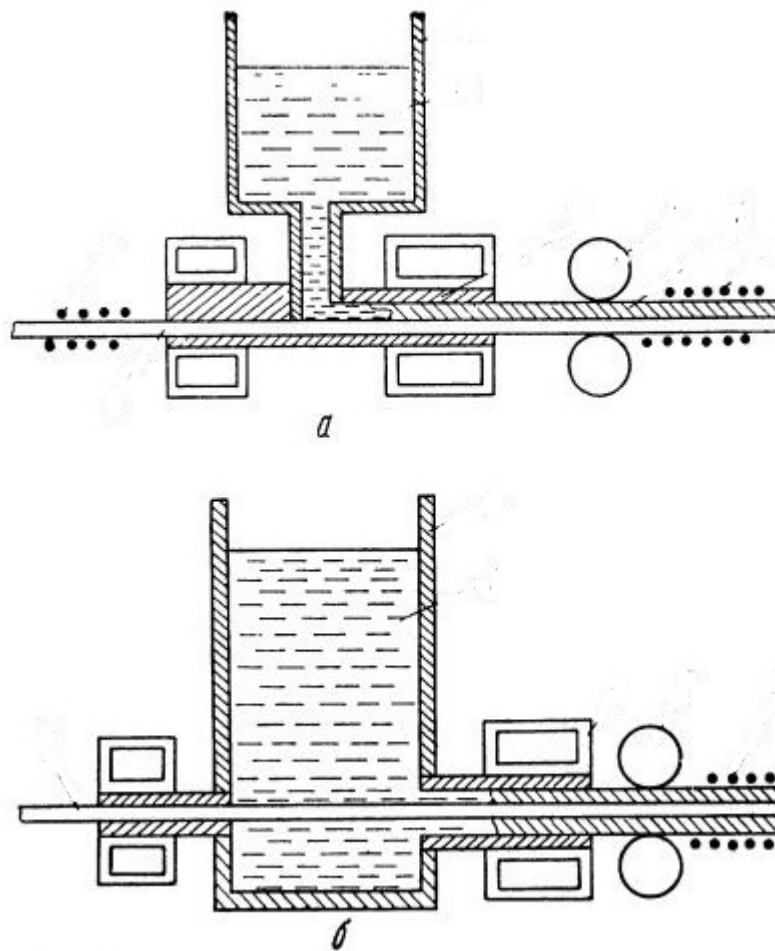


Рисунок 1.5 – Схема виготовлення композиційних заготовок плоского (а) та круглого (б) перерізу безперервного литва [1]

На рисунку 1.6 представлені схеми отримання композитних заготовок методом безперервного литва заливкою двох рідких металів в два кристалізатори. У кристалізатор заливається основний метал, який у вигляді безперервного зливка витягується вниз до нижнього зрізу другого кристалізатора (рис. 1.6, а) : У цей момент в зовнішній кристалізатор починає заливатися плакуючий метал, який, взаємодіючи із затверділою, але ще розігрітою до значної температури поверхнею плакуючої заготовки, міцно з'єднується з нею. Таким чином, після твердіння металу виходить тришарова заготовка. При отриманні двошарової заготовки (рис. 1.6, б) спочатку в кристалізаторі відливається заготовка з основного металу, а потім в другий кристалізатор заливається плакуючий шар. При литві циліндричної заготовки (рис. 1.6, б) метал плакуючого шару заливається в зовнішній

кристалізатор, в якому формується заготовка з порожниною. Внутрішня порожнина заготовки служить своєрідним кристалізатором для металу основного (плакуючого) шару. За цією технологією на машинах безперервного розливання сталі виходять шаруваті композиційні матеріали різних марок сталі. Як метал основного шару використовуються вуглецеві сталі, а в якості плакуючого—середньовуглецеві, високовуглецеві і нержавіючі сталі. Слід зазначити, що безперервні методи отримання композитних сталевих матеріалів набувають все більшого поширення.

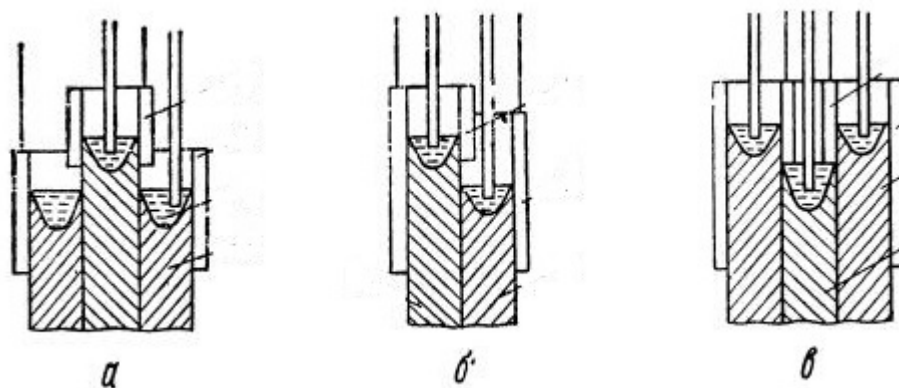


Рисунок 1.6 – Схема безперервного литва біметалевих та поліметалевих тришарової (а); двошарової (б); двошарової циліндричної (в) заготовок [1]

Для отримання композитних заготовок перспективною є технологія електрошлакової переплавки (ЕШП). Нарисунку 1.7 показаний один з варіантів електрошлакової виплавки двошарових зливків. Загальна металева ванна розділяється металевою охолоджуваною перегородкою на два відділення, що з'єднані між собою, над якими переплавляються електроди відповідного складу. Електроди підключаються за біфілярною схемою. При стаціонарному закріпленні кристалізатора по мірі наплавлення зливка перегородка піднімається. Існують і інші схеми, де застосовуються рухливі внутрішні кристалізатори, послідовне розплавлення частин електроду, що мають різний хімічний склад.

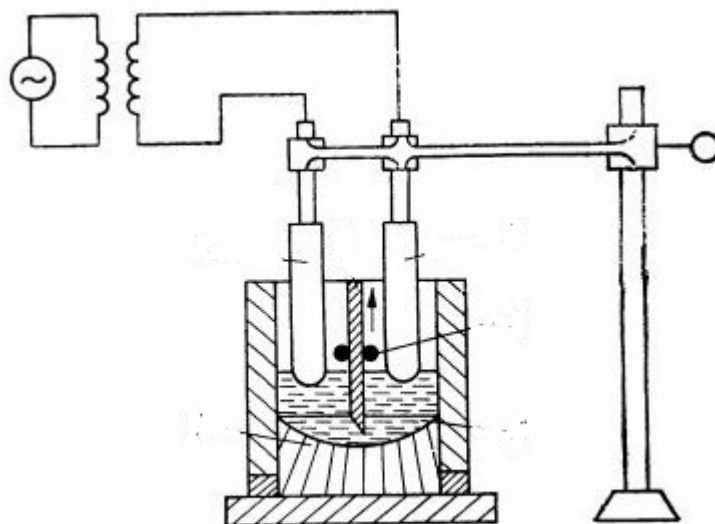


Рисунок 1.7 – Схема ЕШП двохшарового виливка [1]

Біметалічні зливки круглого перерізу виходять також за допомогою вакуумної дугової переплавки. При цьому метал внутрішнього шару заливається у встановлену в кристалізатор порожнисту вставку (гільзу) з металу зовнішнього шару з використанням електроду, що витрачається. Плакірування деталей і заготовок за участю рідкої фази здійснюється методом наплавлення. Для цієї дії застосовуються різні механізовані і автоматизовані установки з дротяними або стрічковими електродами, струмопідводним кристалізатором. Процес наплавлення стрічковими електродами характеризується високою продуктивністю, забезпечує невелику глибину проплавлення основного металу. Недоліками методу є висока трудомісткість, необхідність використання додаткової обробки для надання поверхні необхідної якості під наплавлення. Крім того, наплавлений шар може бути неоднорідного складу. Для наплавлення широко застосовуються флюси і захисні гази. Для зниження домішок в наплавленому металі застосовуються обмазки електродів, підбирається склад присадного дроту, а також здійснюються двух-, трьох- і чотиришарові наплавлення.

Електрошлакове наплавлення застосовується головним чином при ремонті великогабаритних виробів (прокатних валків, штампів). Цей метод

дозволяє за один прохід наплавляти шар завтовшки 10-15 мм при високій продуктивності і невеликій витраті флюсу. На рисунку 1.8 приведена схема процесу електрошлакового наплавлення циліндричних деталей (прокатних валків) в струмопідводному кристалізаторі. В якості присадного матеріалу, з якого формується наплавлений шар, використовується литий дріб з легованого чавуну. Водоохолоджуваний кристалізатор здійснює поступальну ходу уздовж деталі, що наплавляється. Бункер з дробом рухається по колу, безперервно подаючи присадний матеріал в проміжок. Метод наплавлення дозволяє плакірувати різноманітні вироби: від дрібних (типу кришок і фланців, вживаних в апаратобудуванні) до великогабаритних складній конфігурації (посудин і апаратів, деталей гірничозбагачувального устаткування, що піддаються інтенсивному зносу). За допомогою електрошлакового наплавлення виготовляються біметалічні деталі відповідального призначення.

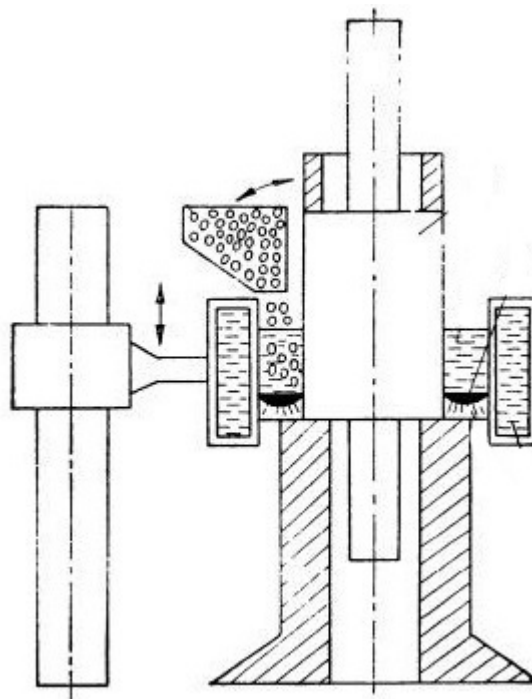


Рисунок 1.8 – Схема наплавлення в струмопідводному кристалізаторі [1]

Для отримання ряду багатосарових композицій з металів з різними властивостями застосовується ефективний метод рідиннофазного поєднання

–пайка. Між з'єднаними шарами поміщається припай у вигляді фольги, порошку. Зібраний пакет піддається нагріву до температури, при якій припай розплавляється. Після охолодження композит формується остаточно. В результаті виходить міцне з'єднання. З таких біметалів виготовляється різальний інструмент (фрези, свердла, різці).

Отримання мікрогетерогенних композиційних матеріалів методом спрямованої кристалізації евтектичних сплавів полягає в тому, що з розплаву, що кристалізується в умовах інтенсивного наплавленого відведення тепла, випадають паралельні напрямку тепловідводу голчасті або пластинчаті кристали, рівномірно розподілені в матриці. Ці кристали (армувальна фаза) мають механічні властивості, близькі до властивостей вусів, добре пов'язані з матрицею, тому міцність волокнистих евтектик досить висока. Вживані способи спрямованої кристалізації створюють плоску поверхню між рідиною і твердою фазою, що кристалізується, тобто плоский фронт кристалізації. Розплав евтектичного складу розплавляється і перегрівається в тиглі за допомогою індуктора. Потім із зони нагріву він витягується з постійною швидкістю. Далі розплав поступово твердіє. При цьому фронт кристалізації переміщається вгору. Швидкість кристалізації залежить від швидкості витягування і умов теплообміну. Теплообмін регулюється підбором матеріалів, з яких виготовляється установка, конфігурацією деталей, а також примусовим охолодженням водою. За допомогою спрямованої кристалізації отримані композиційні матеріали на основі алюмінію, магнію, міді, нікелю, кобальту, ніобію, титану, деяких інших матриць. Ці нові матеріали, що складаються з направлено розташованих взаємно проникаючих одна в одну фаз, дістали назву природних композиційних матеріалів. На відміну від звичайних жароміцних сплавів вони є анізотропними, характеризуються більш високими показниками міцності і жароміцності. Використання литих евтектичних жароміцних матеріалів перспективне в першу чергу в газових турбінах і космічній техніці, де потрібно висока жароміцність (стійкість) виробу.

Шовне (роликове) зварювання – різновид контактного зварювання, при якому заготовки з'єднуються безперервним або переривчастим швом, що складається з окремих зварних точок, в результаті прикладання зусилля стискування і підведення струму до дискових електродів (роликів), що обертаються. Процес шовного зварювання здійснюється на спеціальних зварювальних верстатах з двома (чи одним) дисковими роликами-електродами, що обертаються, які щільно стискають, прокатують і зварюють деталі, що потрібно з'єднати. Товщина зварюваних листів коливається в межах 0,2-3 мм

Роликове зварювання є різновидом контактного зварювання, тому в основу її технології закладені теплова дія електричного струму за законом Джоуля – Ленса і зусилля стискування зварюваних деталей. Заготовки накладають одна на одну і затискають зазвичай між двома дисковими електродами зусиллям стискування $F_{св}$ (Р). При подачі струму метал в зоні контакту деталей по осі електродів починає нагріватися і розплавлятися. У міру руху (прокатування) заготовок між дисковими електродами утворюються нові зварні точки, що перекривають або не перекривають один одного. Як і при точковому зварюванні, не потрібно спеціальні засоби захисту розплаву від взаємодії з атмосферою. [2]

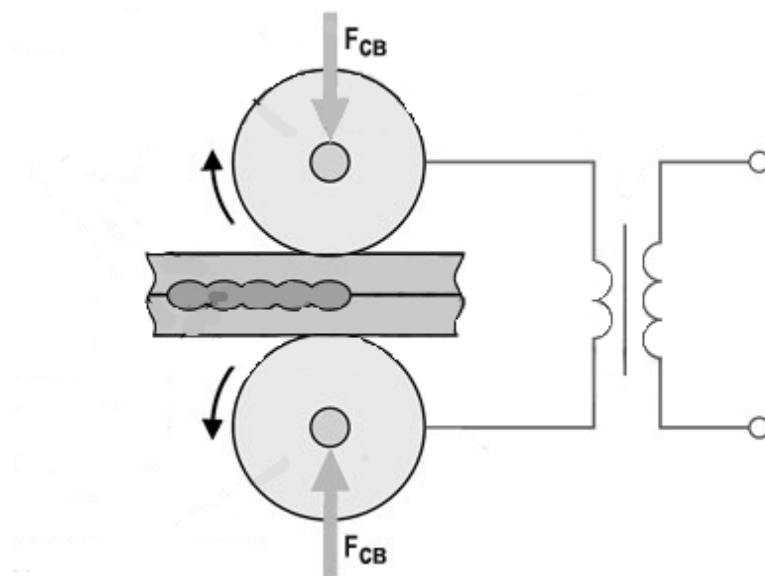


Рисунок 1.9. – Схема роликового зварювання. [2]

1.2 Жароміцні композиційні матеріали

Актуальність і важливість цього напрямку робіт в області композитів очевидна: ККД теплових машин, і зокрема газових турбін, пов'язаний безпосередньо з температурою робочого тіла. В умовах, коли можливості основного сімейства жароміцних сплавів - нікелевих суперсплавів - близькі до вичерпання, коли термобар'єрні покриття і системи охолодження робочої лопатки доведені практично до досконалості, підвищення температури тіла лопатки стає радикальним шляхом вдосконалення газових турбін.[3]

Для того щоб оцінити перспективи жароміцних композиційних матеріалів з МВК-волокнами і матрицями на основі нікелевих сплавів, необхідно проаналізувати експериментальні дані по повзучості композитів [4] із залученням мікроструктурної моделі повзучості композиту з повзучою матрицею і крихкими волокнами [5].

$$q = m + \beta + m\beta; \quad (1.1)$$

λ – відома функція від α і m . Важливим параметром є α – коефіцієнт безперервності границі, що корелює з міцністю границі поділу, $\alpha \rightarrow 0$ при відсутності зв'язку на границі та $\alpha = 1$ в разі ідеальної зв'язку. Чим більше величина α , тим коротше волокно на постійній ділянці і тим більше напруження на волокні.

Щоб описати поведінку композиту при малих об'ємних частках волокна, необхідно, очевидно, збільшити α . Однак просте збільшення α не приведе до потрібного результату. Відповідність експерименту дає зміна міцності волокна зі зміною міцності границі поділу. І це не є штучним прийомом, оскільки відомі численні експериментальні факти збільшення міцності волокна в результаті нанесення на їх поверхню покриття.

Діючи таким чином, вдається описати всю відому сукупність даних

про повзучість композитів з металевими матрицями. Отже, моделюючи процеси повзучості і руйнування композитів з металевою матрицею, необхідно враховувати вплив границі поділу волокна та матриці на характеристики міцності волокна. З практичної точки зору важливо так організувати ці границі, щоб використовувати можливість зміцнення волокон шляхом заліковування матрицею дефектів на його поверхні. Таким чином, композити з міцною границею поділу являють собою приклад синергетичної поведінки системи: збільшення міцності границі веде, з одного боку, до зменшення критичної довжини волокна і збільшення його міцності в силу масштабного ефекту, а з іншого - до збільшення ефективної міцності волокна за рахунок заліковування поверхневих дефектів.

Перспективи жароміцних композиційних матеріалів з матрицею на основі нікелю в порівнянні з жароміцних сплавами становить більш ніж 50°C . Оцінити це зростання можна, порівнявши його з темпом підвищення жароміцності нікелевих сплавів в останні десятиліття. Температурну межу використання композитів може бути піднято за умов підвищення міцності границі поділу. Якщо прийняти велику тимчасову базу, наприклад 1000 год, перевага композитів виявляється більшою в результаті сильної, ніж в разі металевих сплавів при таких високих температурах, залежності швидкості повзучості і часу руйнування композиту від напруження.

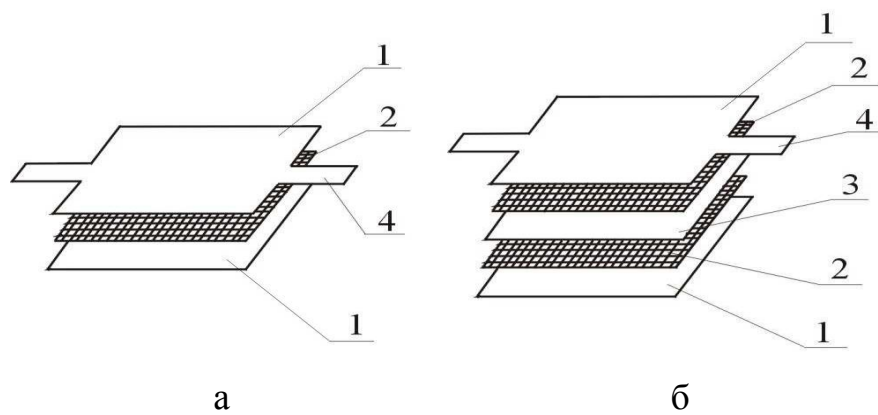
Можна помітити, що фізична вершина використання композитів з металевими волокнами і матрицею на основі нікелю залежить від рішення задачі забезпечення надійного зв'язку на границі поділу волокно і матриця. Безсумнівно, така межа буде сформована, і, отже, будуть отримані композити з робочою температурою між 1175 і 1200°C . Більш точна вказівка температурної вершини залежить від вибору конкретного сплаву матриці (зі своєю температурою солідус) і небезпеки короткочасного перегріву матриці в умовах роботи конкретного елемента конструкції.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методика виготовлення композиційного матеріалу

У ЗНТУ на кафедрі фізичного матеріалознавства розроблені дві технології виготовлення деталей із жароміцних МКМ: ливарна та з застосуванням контактного шовного зварювання з яких була створена досить вдала комбінація що полягає в наступному: спочатку методом контактного шовного зварювання виготовляють композиційні вставки, матриця яких уявляє жароміцний сплав ВЖ98. а волокна вольфрамовий сплав з підвищеним вмістом двоокису торію ВТ20 який теж є розробкою кафедри фізичного матеріалознавства ЗНТУ. [6]

Для одержання вставок за вказаним методом збирали пакет, (рис. 2.1) який складався з очищених наждаковим папером знежирених ацетоном і спиртом карток матричного сплаву товщиною 0,4 мм (1). До однієї з цих карток окремими точками по периметру приварювали армувальну сітку (3), що уявляє собою однонаправлені зміцнювальні волокна діаметром 0,3 мм зі сплаву ВТ20, які переплетенні дротом зі сплаву Х20Н80 діаметром 0,1 мм. Потім армувальну сітку покривали другою картою так, щоб армувальна сітка опинилась в середині пакета. Після цього остаточно фіксували пакет по контуру за допомогою точкового зварювання з одночасним приварюванням до його торців двох металевих смуг (4), які призначені для кріплення пакета в пристосуванні для подальшого формування МКМ. За такою технологією пакет нарощували до потрібної товщини. При цьому в залежності від вибраної схеми армування сітки в суміжних шарах розташовували так щоб їх волокна були паралельні або перпендикулярними, а при необхідності мати ізотропні властивості в площині пакета, використовували зірчасте укладання волокон.



а – пакет з однонаправленим армуванням, б – пакет з перехресним армуванням

Рисунок 2.1– Схема складання пакета для зварювання заготовки композиційного матеріалу з нікелевою матрицею [6]

Пакети зварювали по всій поверхні послідовним накладенням швів на машині для контактної шовної зварювання типу МШЗ201 за режимом, технологічні параметри якого оптимізували проведенням багатofакторних експериментів. Переміщення заготовок щодо роликів електродів зварювальної машини для накладання чергового шва здійснювали на визначену величину (крок зварювання) за допомогою спеціального пристосування. Для зварювання застосовували роликові електроди з берилієвої бронзи марки БрБНТ.

Під час виготовлення листового КМ за допомогою контактної роликів зварювання метал матриці розплавляється в місцях контакту з волокнами внаслідок дії струму зварювання і просичує під тиском роликів ділянки навколо волокон. Короткий імпульс зварювального струму і наступне швидке охолодження водою дозволяє зменшити розчинення та окислення волокон при взаємодії їх з розплавленою матрицею. Оптимальний режим зварювання забезпечує надійне з'єднання листів матриці з армувальними волокнами та максимальне збереження їх властивостей.

Після зварювання одну частину заготовки, різали поперек зварених швів для контролю металографічним аналізом на наявність дефектів в

проплавленій зоні. Якісну структуру сформованого однонаправленого МКМ наведено на рисунку 2.2.

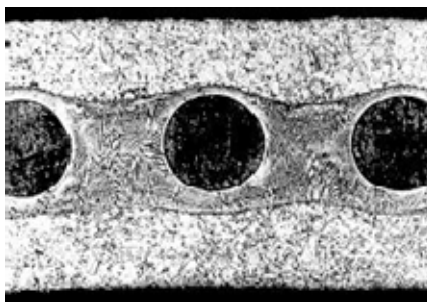


Рисунок 2.2 – Якісна мікроструктура звареної вставки [6]

Правильність розташування волокон перевіряли за допомогою рентгенівської дефектоскопії.

З іншої частини заготовки штампували вставки які встановлювали в ливарні форми і заливали розплавленим матричним сплавом. Використання армованих вставок дозволяє уникнути безпосередньої взаємодії між розплавом матриці та армувальними волокнами. На рисунку 2.1.3 з наведено макроструктуру поперечного перерізу армованої лопатки, виготовленої за ливарною технологією.

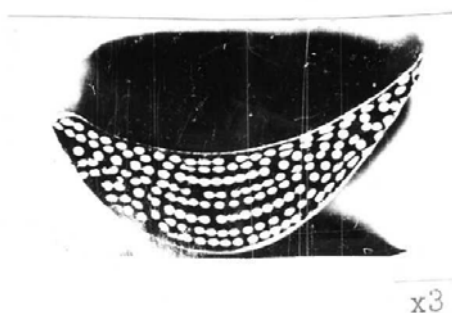


Рисунок 2.3 – Макроструктура поперечного перерізу армованої лопатки, виготовленої за ливарною технологією [6]

Таким чином з вище наведеного випливає, що правильним вибором складових (матриці і волокон) і технологічних режимів можна одержати композиційний матеріал з "бажаною" бездефектною структурою,

забезпечивши при цьому повне використання вихідної міцності його волокон. Проте, для впровадження композиційних матеріалів у виробництво, рішення тільки цієї задачі недостатньо.

У розглянутому МКМ системи ВЖ98 – ВТ20 використовуються волокна, що мають більш низький коефіцієнт лінійного термічного розширення ($a_w = 4,82 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$), ніж матриця ($a_{Ni} = 13 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$). Тому, навіть рівномірне нагрівання чи охолодження його приводить до виникнення внутрішніх напружень, які можуть бути причиною погіршення механічних властивостей. Оскільки робота деяких виробів, зокрема теплових двигунів характеризується певним числом пусків і зупинок, тепловий вплив циклічно повторюється, у результаті чого зниження механічних властивостей МКМ прискорюється порівняно з роботою в стаціонарному режимі при тих же максимальних температурах.

У зв'язку з цим провели дослідження мікроструктури композиційних матеріалів з матрицями хімічний склад яких наведено в таблиці 2.1. армованих вольфрамо-ренієвим сплавом ВР273ВПхімічний склад якого наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад матеріалів матриць

Марка сплаву матриці	Вміст елементів, % (мас.)									
	C	Si	Cr	Ni	Mn	Ti	W	Fe	La	Na
ВЖ-98	0,1	0,7	25	57,1	0,4	0,6	15,7	0,4	-	-
ЭК-64	0,05	0,21	24,7	70,72	0,56	-	3,3	0,34	0,1	0,02

Таблиця 2.2 – Хімічний склад марки сплаву волокон

Марка сплаву волокон	Вміст елементів, % (мас.)						
	W	Re	O ₂	N ₂	C	H ₂	Fe, Al, Mg, Ca, P, S
BP273ВП	72,71	27,24	0,002	0,001	0,003	0,0001	0,022

2.2 Методика дослідження структури та властивостей композиційного матеріалу

Дослідження проводили на зразках композиційного матеріалу з матрицею зі сплавів ВЖ-98, ЭК-64 та армувальних волокон зі сплава BP273ВП.

Структуру матриць та волокон виявляли методом хімічного травлення, склади застосовуваних реактивів вказані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Склад реактивів для хімічного травлення

Сплав	Склад реактивів		
BP273ВП	10г K ₂ [Fe(CN) ₆]	10г КОН	100мл H ₂ O
ЭК-64	10г CuSO ₄	50мл HCl(конц.)	50г H ₂ O
ВЖ-98	5г H ₂ SO ₄	20г CuSO ₄	100мл HCl(конц.)

Зміна при термічній обробці розміру зерна, величини перехідної зони волокно-матриця, глибина окислення, евтектичні колонії та карбідні включення вивчали за допомогою оптичного мікроскопу МИМ-8 при збільшеннях від 70 до 800. Величину зерен визначали методом випадкових січних та співставленням зі калою відповідно до ГОСТ 5639-82.

Для дослідження розподілу елементів в перехідній зоні волокно-

матриця був використаний мікрорентгеноспектральний аналіз на мікроаналізаторі «Сатеса».

Мікротвердість волокон та матриці вимірювали використовуючи мікротвердомір ПМТ-3 (при навантаженні 50 та 100 грам).

Термообробку зразків композиційного матеріалу розмірами 15x40мм проводили в термічній печі УС-70-77-01 з силітовими нагрівачами. Контроль температурного режиму печі здійснювали за допомогою потенціометра постійного току ПП-63 (класу точності $\pm 0,05$). Термоцикування зразків проводили за режимом: нагрів до 1300°C, витримка при температурі 10хвилин, потім охолодження на повітрі до кімнатної температурі (загальна кількість циклів – 50, сумарний час витримки при 1300°C – 9 годин). Термоцикування розривних зразків проводили наступним чином: два зразка зв'язували ніхромовою проволокою так, щоб при нагріванні кінці зразків вигинались назовні. Потім зразки розміщували в печі з температурою 1300°C, витримували на протязі 10 хвилин, а потім охолоджували на повітрі протягом 10 хвилин і так до отримання заданої кількості термоциклів. Міцність термоциклованих зразків визначалась за допомогою випробування на розрив при температурі 1300°C.

2.3 Механічні властивості матриць та армувальних волокон

Для визначення короткотривалої та довготривалої міцності композиційного матеріалу при температурах 1200-1300°C зварні заготовки розрізали тонким вулканітовим кругом на смуги довжиною 250мм ти шириною 11-13мм. Потім ці смуги шліфували до ширини $(10\pm 0,1)$ мм. З метою захисту волокон від окислення торці зразків обварювали аргоно-дуговою зваркою з присадкою відповідною матрицею.

Випробування проводили як в повітряному середовищі, так і у вакуумі. На повітрі випробування здійснювалися за допомогою спеціально переобладнаної машини FM-1000. Швидкість навантаження при визначенні короткотривалої міцності складала 0,3мм/с. Для визначення короткотривалої міцності у вакуумі армувальних проволоч на установці АЛА-Т00 використовували зразки загальною довжиною 75мм. Довжина робочої частини складала 25мм. Зразки з композиційного матеріалу та матричних сплавів мали загальну довжину 75мм. При цьому розміри робочої частини склали: довжина 46мм, ширина 3мм, товщина 1-3мм. Випробування проводили при швидкості навантаження 0,11мм/с. Короткотривалу міцність армувальних проволоч визначали при кімнатній температурі, а міцність композиційних та матричних зразків у вакуумі (зі ступенем розрядження $1,33 \cdot 10^{-3}$ Па) в діапазоні температур 1200-1300°C.

Результати механічних випробувань матриць та волокон приведені в таблиці 3.7. Як впливає з цих даних, більш міцним матричним сплавом у всьому досліджуваному інтервалі температур є ЭК-64.

Висновок: розроблена методика випробувань на термоциклування, що моделює умови роботи насадка.

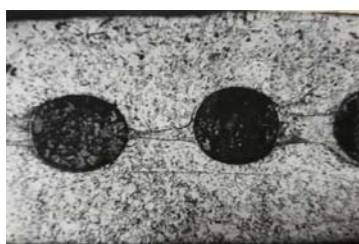
3 ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ РОБОТИ В УМОВАХ ТЕМПЕРАТУР, ЩО ЦИКЛІЧНО ЗМІНЮЮТЬСЯ

3.1 Дослідження процесу зварювання композита з однією армувальною сіткою.

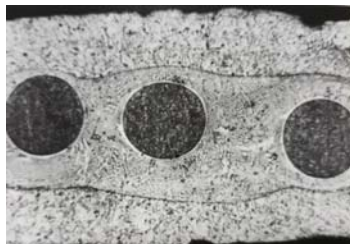
Обрані рівні та інтервали варіювання факторів приведені в таблиці 3.1.

Як відклик пропонували вимірювати висоту зони проплавлення на стику сусідніх швів.

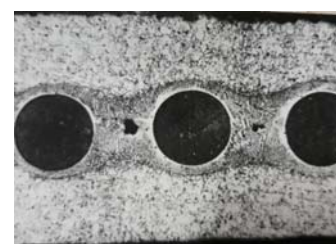
Була реалізована чверть репліки 2^{5-2} . Типові мікроструктури зразків, отримані в кожному досліді, наведені на рис.3.1.



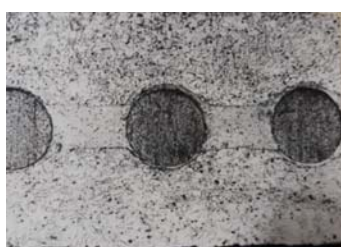
Дослід 1



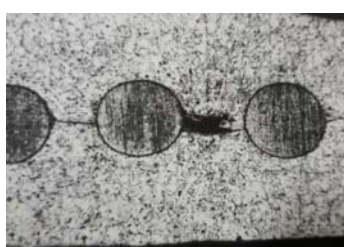
Дослід 2



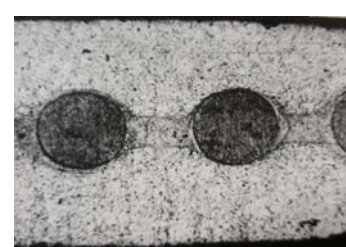
Дослід 3



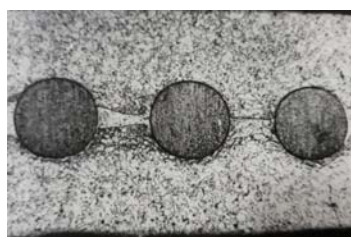
Дослід 4



Дослід 5



Дослід 6



Дослід 7



Дослід 8

Рисунок 3.1 – Типові мікроструктури, які отримано в кожному досліді

Зданихрисунківвпливає, що в деяких зразках (дослід 5.7) на стику сусідніх швів зони проплавлення немає. Тому як відклик прийняли середнє значення висоти зони проплавлення, яке повинно відображати тенденцію зміни висоти усієї зони проплавлення, в тому числі в містах стиків швів. Результати експерименту приведені в таблиці 3.2.

Після обробки даних було отримано рівняння регресії наступного виду:

$$\hat{h} = 14,1 - 5,61x_1 + 0,29x_2 - 0,73x_3 - 2,60x_4 - 0,12x_5 \quad (3.1)$$

Результати статистичної перевірки даного експерименту приведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.1 – Обрані рівні та варіанти варіювання факторів

Фактори	Інтервали варіювання	Рівні факторів		
		Середній	Верхній	Нижній
X ₁ – тривалість імпульсу, С	0,08	0,16	0,24	0,08
X ₂ – тривалість паузи, С	0,04	0,26	0,30	0,22
X ₃ - зусилля стиснення роликів, кН	1,15	5,65	6,80	4,50
X ₄ – величина модуля частки від тривалості імпульсу	0,270	0,520	0,8000	0,250
X ₅ – крок зварних швів, мм	1,00	3,50	4,50	2,50

Таблиця 3.2 – Матриця планування

№ випробування	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	h x 100 зона проплавлення, мм	Дисперсія випробування, S _i
1	+	+	-	-	-	13,10	6,64
2	-	+	-	+	-	17,38	8,26
3	+	-	-	+	+	6,76	7,19
4	-	-	-	-	+	22,08	8,58
5	+	+	+	+	+	4,77	8,03
6	-	+	+	-	+	22,31	10,06
7	+	-	+	-	-	9,31	10,23
8	-	-	+	+	-	17,08	6,91

Таблиця 3.3 – Результати перевірки

Значення критеріїв Кохрена		Дисперсія відтворюваності S_y^2	Дисперсія і-го коефіцієнта та $S^2 [b_i]$	Довірчий інтервал Δb_i	Дисперсія адекватності S_{ag}^2	Критерій Фішера	
G _P	G _T					F _P	F _T
0,155	0,246	8,23	0,281	0,563	16,47	2,00	3,30

Як видно з таблиці 3.3. довірчий інтервал Δb_i більше коефіцієнтів при X₂ та X₅. Отже, рівняння регресії можна уявити у вигляді:

$$\hat{h}_{cp} = 14,1 - 5,61X_1 - 0,73X_3 - 2,60X_4 \quad (3.2)$$

Оскільки $F_P < F_T$, тоді отримана модель адекватності при 5% рівні значимості. Ця модель відображає вплив тривалості імпульсу X₁, зусилля стиснення X₃ та величини модуля на висоту зони проплавлення. Вплив тривалості паузи X₂ та кроку зварних швів X₅ на середню висоту зони

проплавлення виявилось неістотним. Ймовірно, в результаті того, що вимірювали середнє значення зони проплавлення по довжині всього зразка, а не на стику сусідніх швів.

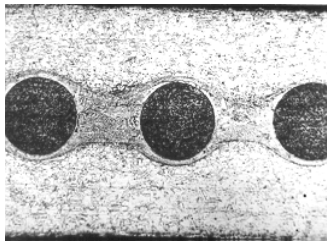
Аналізуючи отриману залежність, можна побачити, що для збільшення середнього значення висоти зони проплавлення, необхідно зменшувати значення всіх значимих факторів (X_1 , X_3 , X_4). Рух з центру плану в цьому напрямку проходить через точку четвертого випробування. Враховуючи, що вибір параметру оптимізації в даному експерименті був не вдалим прийняли рішення провести новий експеримент. За центр плану обрали точку четвертого випробування. Фактор X_4 був вилучений тому, що відмінно впливає на висоту зони проплавлення. Інтервали варіювання факторів X_2 та X_4 були дещо розширені. Рівні та інтервали варіювання факторів приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Обрані рівні та варіанти варіювання факторів

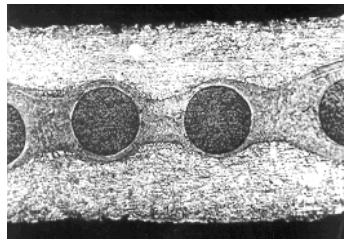
Фактори	Інтервали варіювання	Рівні факторів		
		Середній	Верхній	Нижній
X_1 – тривалість імпульсу, С	0,03	0,07	0,1	0,04
X_2 – тривалість паузи, С	0,08	0,22	0,3	0,14
X_3 - зусилля стиснення роликів, кН	1,00	4,50	5,50	3,50
X_4 – крок зварних швів, мм	1	5	6	4

Як відклик вимірювали висоту зони проплавлення на стику сусідніх швів.

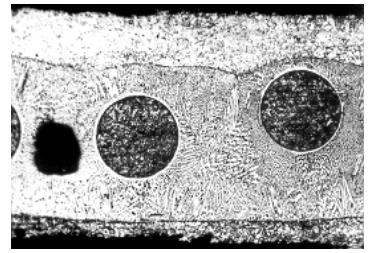
Була реалізована напіврепліка 2^{4-1} . Характерні мікроструктури, отримані в кожному випробуванні зразків наведені на рис. 3.2.



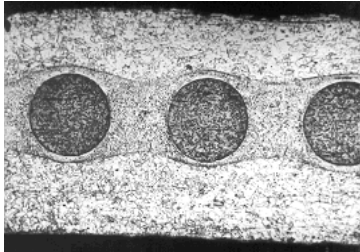
Дослід 1



Дослід 2



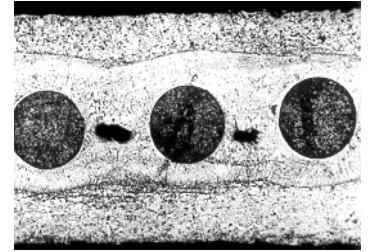
Дослід 3



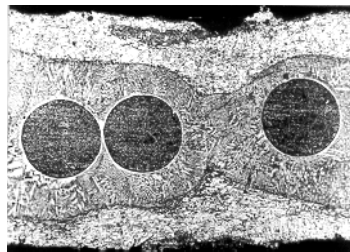
Дослід 4



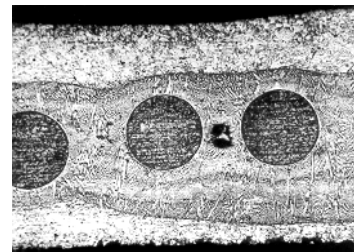
Дослід 5



Дослід 6



Дослід 7



Дослід 8

Рисунок 3.2 – Характерні мікроструктури, які отримано в кожному досліді

Як випливає з цього рисунка на всіх стиках сусідніх швів є проплавлена зона, яка огортає армувальні проволоки. Результати вимірювання параметра оптимізації приведені в таблиці 3.5.

Після обробки експериментальних даних було отримано рівняння регресії:

$$\hat{h} = 19,39 - 5,65X_1 + 3,48X_2 - 4,31X_3 - 1,44X_4 \quad (3.3)$$

Результати статистичної перевірки, отриманої моделі, приведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 – Матриця планування

№ випробування	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Висота зона проплавлення на стику ħ x 100, мм	Дисперсія випробування S _y ²
1	-	-	+	+	15,16	1,37
2	+	-	+	-	7,83	2,17
3	-	+	+	-	25,17	15,37
4	+	+	+	+	12,16	5,77
5	-	-	-	-	27,00	36,0
6	+	-	-	+	13,67	3,87
7	-	+	-	+	30,83	32,97
8	+	+	-	-	23,33	35,47

Таблиця 3.6 – Результати перевірки

Значення критеріїв Кохрена		Дисперсія відтворюваності S _y ²	Дисперсія і-го коефіцієнта S ² [b _i]	Довірчий інтервал Δb _i	Дисперсія адекватності S _{ay}	Критерій Фішера	
G _p	G _T					F _p	F _T
0,271	0,359	16,620	0,346	1,190	4,307	0,259	9,000

Адекватність отриманого рівняння (3.3) підтверджується співвідношенням $F_p = 0,259 < F_T = 9$. Таким чином, змінюючи фактори у відповідності зі знаками та коефіцієнтами рівняння (3.3) можна спробувати збільшити висоту зони проплавлення. Проте, як видно з таблиці 3.1.5 зі збільшенням зони проплавлення збільшується дисперсія випробувань S_y². Це можна пояснити тим, що нижнє значення висоти зони проплавлення збільшується повільно, а верхнє значення висоти проплавлення зони

збільшується швидше. В результаті реальний виграш виходить невеликий. Тому прийняли рішення проводити зварювання по режиму приблизно відповідному центру даного плану:

Зварювальна напруга, В		5,5
Ширина роликів електродів, мм		8
Крок зварювання, мм		4
Зусилля стиснення електродів, кН		4,5
Тривалість імпульсу, С	0,08	
Тривалість паузи, С	0,3	
Швидкість зварювання, см/хв.	29	
Величина зварного току, кА	10-11	

3.2 Механічні властивості композиційних матеріалів

Схеми армування та номери партій досліджуваних композиційних матеріалів наведені в таблиці 3.8

Результати, отримані при визначенні короткотривалої міцності композиційних зразків в повітряному середовищі, а також розраховані значення міцності обраних композитів при температурах 1200-1300°C приведені в таблиці 3.9.

При розрахунках використовували значення короткотривалої міцності матеріалів матриць і волокон, які були отримані експериментально (див. табл. 3.7). При цьому впливом поперечних волокон на міцність армувальних зразків нехтували. З таблиці 3.9 випливає, що розрахункове та експериментальне значення короткотривалої міцності (σ_b) співпадають в межах похибок у всіх досліджуваних випадках. Слід відмітити, що зразки, армовані волокнами ВР273ВП діаметром 0,2мм мають таку ж міцність, як і зразки, армовані волокнами ВР273ВП діаметром 0,3мм. Спостережуваний

ефект збільшення міцності при армуванні зразків волокнами діаметром 0,2мм ймовірно пов'язаний з тим, що ці волокна мають значно більше значення короткотривалої міцності, ніж волокна діаметром 0,3мм.

Таблиця 3.7 – Короткотривала міцність матеріалів матриць та волокон ВР273ВП діаметром 0,3мм, МПа

Матеріал	Температура випробувань, °С		
	1200	1250	1300
ВЖ-98	48,5	40,7	30,0
ЭК-64	54,5	49,0	35,5
ВР273ВП	-	-	700,0

Примітка: Довірчий інтервал складає $\pm 0,5$ МПа

Таблиця 3.8 – Схема армування та номери партії

Номер партії	Товщина зовнішніх листів, мм	Товщина внутрішнього листа, мм	Діаметр волокон, мм	Напрямок укладання волокон	Об'ємна частка волокон, %	Загальна об'ємна частка волокон композита, %
Волокна марки ВР273ВП						
11	0,4	0,3	0,3	повздовж.	11	22
			0,3	повздовж.	11	
21	0,4	0,2	0,3	повздовж.	13	20
			0,2	повздовж.	7	
121	0,4	0,3	0,3	повздовж.	11	22
			0,3	поперечн.	11	

Питома міцність композиційних матеріалів зростає при збільшенні об'ємної частки волокон, спрямованих уздовж зразків.

Годинна міцність вибраних композиційних матеріалів приведена в таблиці 3.10. Як впливає з цієї таблиці, при температурі 1200°C більшу міцність мають композити з матрицею ВЖ-98.

Таблиця 3.9 – Короткотривала та питома міцність армувальних зразків при температурі 1300°C

Номер партії	Напрямок волокон	Діаметр волокон, мм	Об'ємна частка волокон, %	σ_B , МПа		Питома міцність σ_B/γ , км
				Розрахунок	Експеримент	
Матеріал матриці ВЖ-98, волокна марки ВР273ВП						
11	повздовж.	0,3	11,0	177,4	167,6	1,43
	повздовж.	0,3	11,0			
12	повздовж.	0,3	11,0	103,7	109,0	0,98
	поперечн.	0,3	11,0			
121	повздовж.	0,3	11,0	94,7	89,8	0,87
	поперечн.	0,3	11,0			

Зразки з поздовжньо розташованими волокнами діаметром 0,3мм мають більшу міцність, ніж зразки, армовані волокнами діаметром 0,2мм. Таким чином спостережуваний раніше ефект у даному випадку не проявляється. Значення короткотривалої міцності зразків, випробуваних у вакуумі, приведені в таблиці 3.11, а величини переміщення активного захвату при випробуванні композиційних зразків на установці АЛА – Т00 – в таблиці 3.12. Як впливає з наведених даних при випробуванні зразків на установці АЛА-Т00 у вакуумі спостерігається ті ж закономірності змінення міцності, що і у випадку випробувань на повітрі на установці FM-1000. Різниця в абсолютних величинах значень міцності при випробуванні на повітрі та у вакуумі пояснюється масштабним фактором зразків і приблизно в тричі меншою швидкістю навантаження при випробуваннях у

вакуумі. Спостережуваний відносно великий розкид експериментальних значень короткотривалої міцності зразків з матрицею ВЖ-98 при температурі випробувань 1300°C (див. табл. 3.11) пов'язаний з крихким характером руйнування зразків при цих температурах (див. табл. 3.12).

Таблиця 3.10 – Визначення годинної міцності армованих зразків при температурах 1200-1300°C

Номер партії	Напрямок волокон	Діаметр волокон, мм	Об'ємна частка волокон, %	Годинна міцність σ_1 МПа при температурі випробування °C		
				1200	1250	1300
Матеріал матриці ВЖ-98, волокна марки ВР273ВП						
11	повздож.	0,3	11	111,0	87,5	67,3
	повздож.	0,3	11			
12	повздож.	0,3	11	62,8	49,8	33,7
	поперечн.	0,3	11			
121	повздож.	0,3	11	47,0	39,0	34,4
	поперечн.	0,3	11			

Таблиця 3.11 – Короткотривала міцність композиційних зразків, випробуваних у вакуумі на установці АЛА-Т00, МПа

Температура випробувань, °C	Матриця ВЖ-98		
	11	12	121
1200	182,4-187,8	103,4-128,8	88,0-90,5
1250	158,9-172,6	79,8-95,3	63,3-76,9
1300	106,5-172,6	38,3-43,8	62,7-89,0

Таблиця 3.12 – Переміщення активного захвату при випробуванні композиційних зразків на установці АЛА-Т00, мм

Температура випробувань, °С	Матриця ВЖ-98		
	11	12	121
1200	1,0-1,2	0,6-2,0	2,4-2,8
1250	1,2-2,0	0,7-1,5	2,6-3,1
1300	-	-	1,4-2,0

3.3 Вплив термоциклування на структуру та властивості композиційного матеріалу

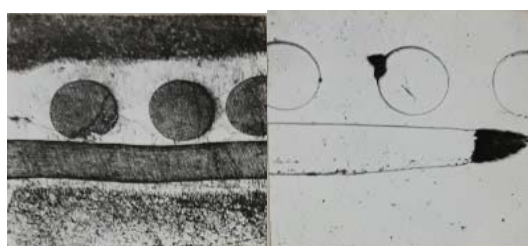
Термоциклуванню піддавалися зразки композиційного матеріалу, матрицею якого були сплави ВЖ-98 та ЭК-64, з однонаправленим розміщенням армувальних волокон з вольфрамового сплаву ВР273ВП.

У всіх досліджених зразках з різними матрицями та схемами армування не спостерігалось виходу тріщин на поверхню композиційного матеріалу, тобто зберігається його цілісність. Якісна оцінка матеріалу після різного числа термоциклів приведена в таблиці 3.13. Вплив складу матриць на зміну структури композиційного матеріалу при термоциклуванні проявляється в тому, що поява та розвиток тріщин відбувається по різному.

В композиційному матеріалі з матрицями зі сплавів ЭК-64 та ВЖ-98 тріщини з'являються, в основному, поблизу границі розподілу матриця-волокно, спостерігаються тріщини і у волокнах (3.3 та 3.4).

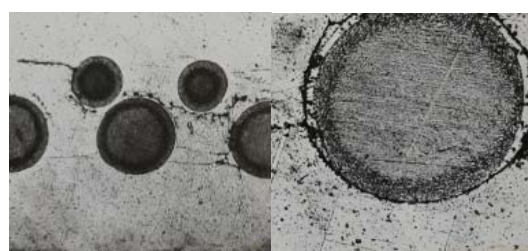
Таблиця 3.13 – Кількість тріщин у зразках композиційного матеріалу після термоциклування

Число термоциклів	Матеріал матриці			
	ВЖ-98		ЭК-64	
	Кількість волокон в площині шліфів	Кількість тріщин	Кількість волокон в площині шліфів	Кількість тріщин
30	49	7	16	1
35			18	1
40	34	9	58	18
45			17	2
50	36	12	17	2



а

б

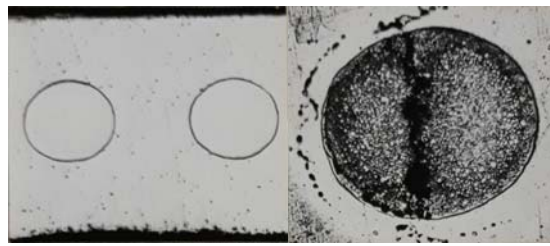


в

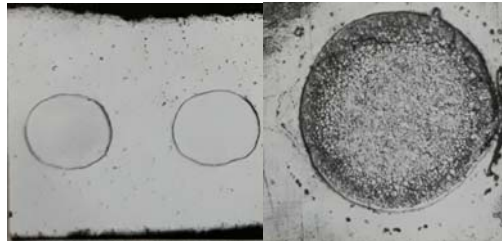
г

а,б – після 30 циклів; в,г – після 50 циклів.

Рисунок 3.3 – Структура композиційного матеріалу зі сплаву ВЖ-98 після термоциклування



а б



в

г

а,б – після 45 циклів; в,г – після 50 циклів.

Рисунок 3.4 – Структура композиційного матеріалу зі сплаву ЭК-64 після термоциклування

Так для композиційного матеріалу з матрицею ВЖ-98 величина вигину після 30-50 термоциклів складає 4мм при довжині зразків 35мм.

Форма зразків з одно напрямленими армуванням змінилась в меншій мірі. Для композиційного матеріалу з матрицею із сплаву ЭК-64 величина вигину після 30-50 термоциклів склала 2-2,5мм при довжині зразка 40мм.

Поряд з вивченням впливу термоциклування на зародження тріщин та зміни форми випробуваних зразків, досліджували також зміну величини зерна, глибину окислення, властивості волокон та матриці в процесі термоциклування. Проведені досліді дозволили встановити, що після 50 термоциклів, основні характеристики структури не відрізняються від тих, котрі були досягнуті при відпалі протягом 8 годин при температурі 1300°С.

При термоциклуванні по границям зерен матриць, які досягають до 30-50 циклів значної величини, тріщини не з'являються.

Як показують результати проведених іспитів зі збільшенням кількості термоциклів міцність композиційного матеріалу знижується (табл. 3.14).

Таблиця 3.14 – Міцність при 1300°C композиційного матеріалу з матрицею зі сплаву ВЖ-98 після термоцикування

Напрямок волокон	Діаметр волокон, мм	Об'ємна частка волокон, %	σ _в , МПа			
			Кількість термоциклів			
			0	10	20	50
Волокна марки ВР273ВП						
повздовж.	0,3	11,0	167,6	137,9	120,7	104,5
повздовж.	0,3	11,0				
повздовж.	0,3	13,0	168,4	162,4	163,5	132,1
повздовж.	0,2	7,0				

Після проведення експериментів можна зробити такі висновки:

- Встановлено, що структура повинна складатись з армувальних волокон ВР273ВП, що оточені суцільною проплавленою зоною матриці зі сплаву ЭК-64.

- Показано, що вищий опір термоцикуванню чинить композиційний матеріал з матрицею ЭК-64 порівняно з композиційним матеріалом з матрицею ВЖ-98.

- Встановлено, що при формуванні композиційного матеріалу методом роликового зварювання за встановленим режимом досягається отримання проплавленої зони в місцях стиків сусідніх зварних швів навколо волокон при задовільному їх розчиненні.

- Розроблена технологія формування композиційного матеріалу з матрицею ЭК-64 і волокнами ВР273ВП забезпечує збереження міцностних властивостей волокон.

4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Ринок технологій – елемент світового ринку.

Відповідно до теорії еволюційної економіки, економічний, соціальний і технологічний розвиток тісно взаємопов'язані і впливають один на одного. Тому технологічний розвиток розглядається як одна з найважливіших рушійних сил, що визначають траєкторію трансформаційних процесів в економіці.

Виділення міжнародної торгівлі знаннями – передачі технологій в самостійну форму міжнародних економічних відносин, поряд з торгівлею товарами і послугами, рухом капіталу, міграцією та міжнародними валютно-кредитними відносинами (МКВ), безпосередньо пов'язаними з поглибленням світового поділу праці (СПП) і все зростаючою спеціалізацією. Поглиблення спеціалізації веде до підвищення ефективності економіки, а отримана різноманітність економік веде до взаємозалежності держав. Процес господарського та політичного об'єднання країн на основі сталого розвитку взаємозв'язку та СПП – називається міжнародною економічною інтеграцією (МЕІ). МЕІ – носить блоковий характер: зрощування економік історично сусідніх країн єдиний господарський комплекс, при орієнтації країн на і сусідні регіони – регіоналізація міжнародних економічних відносин (МЕВ).

Найважливішою складовою частиною утворення економічного простору та національної промисловості будь-якої країни є технології, тому прогрес у технологічному розвитку країни безпосередньо впливає на прискорення темпів її економічного розвитку. Це аксіоми для багатьох держав.

Інформація (наука) стала одним з найважливіших виробничих ресурсів поряд із сировиною, капіталом, засобами виробництва і персоналом. Підприємство, володіючи одним лише запасом сировини, не зможе нічого виготовити, якщо не відоматехнологія. Найбільш часто під терміном "технологія" мають на увазі систематизовані знання, необхідні для виробництва продукції, здійснення технологічного процесу і т.д. Таким чином, технологія є взаємопов'язуючою ланкою між наукою, технікою і виробництвом, вона є по суті процесом застосування накопичених досвіду і знання для ефективного здійснення з'єднання науки з виробництвом і складових виробництва між собою, без знання яких промислове виробництво на рівні останніх досягнень світової науки і техніки стає неможливим.

У загальноприйнятому ж розумінні технологія як метод створення продукції включає в себе три основні елементи – інформацію про метод, розуміння принципів реалізації цього методу, засоби для його використання у виробництві. Розрізняють також три види технологічних можливостей – здійснення нововведень, виробництва та інвестицій.

Оскільки всі головні технічні досягнення нерозривно пов'язані з наукою, відбулося перетікання термінів і понять з наукової області в виробничу сферу і навпаки. У рівній мірі виробництво у своїй сукупності наближається до науки, стає предметною наукою. Виникнення системи "наука-техніка-виробництво" сприяє тому, що технологія матеріального виробництва починає розвиватися це є наслідком постійно зростаючого потоку наукових знань, ідей, як реалізація їх на практиці. Це викликає процес зміни одних технічних засобів іншими, більш новими і досконалішими. Разом з тим основні потреби суспільства і конкретні умови виробництва стали найважливішою відповідною точкою і імпульсом для розвитку науки. [7]

4.2 Обґрунтування наукових досліджень

Метою цього розділу є обґрунтування доцільності використання удосконаленого виробу та технології його зміцнення.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники виробів

Найменування виробу	Базовий виріб	Новий виріб
1.Насадок для теплових двигунів	ВЖ-98	ЭК-64 з волокнами ВР273ВП
2.Технологія зміцнення	-	Контактне зварювання
3.Програма випуску, шт	24	24

Відомо, що насадок для теплових двигунів має виробничу собівартість $C_1 = 20000$ грн.

Для розрахунку собівартості нового виробу C_2 необхідно розрахувати собівартість удосконалення виробу та технологію його зміцнення.

Вартість сировини і основних матеріалів розраховується на основі технічно обґрунтованих норм використання на виробництво одиниці виробу, цін відповідних видів матеріальних ресурсів. При цьому враховуються транспортно-заготівельні витрати. Сума витрат на сировину та матеріали зменшується на величину зворотних відходів, які створюються в процесі виробництва.[8]

Вартість сировини та основних матеріалів наведена в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Вартість сировини та основних матеріалів для сопла

Найменування сировини та основних матеріалів	Норма використання	Ціна,грн	Вартість,грн
Фольга ЭК-64	1	1700	1700

Армувальні волокна ВР273ВП	6	850	5100
Разом	9	7550	16800

Основна заробітна плата основних виробничих робітників на одиницю виробу розраховується на основі трудомісткості виготовлення та часових тарифних ставок.

Розрахунок основної заробітної плати на одиницю продукції наведений в таблиці 4.3.

4.3 Таблиця – Заробітна плата на одиницю продукції (розцінка)

Найменування операції	Норма часу, н-годин	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн.	Заробітна плата на одиницю продукції (розцінка), грн.
Слюсарна	10	4	45	450
Контактне зварювання	5	5	53	265
Токарна	1	4	45	45
Усього	16	13	143	760

Додаткова заробітна плата виробничих робітників виплачується за кількість та якість виконаної роботи. Вона вміщує надбавки і доплати, премії за виробничі результати, оплату чергових та додаткових відпусток та інше. Додаткова заробітна плата складає 40% від основної, та розраховується за формулою

$$ЗД = ЗО \cdot \frac{К_д}{100}, \text{ грн.}$$

де $К_д$ – процент додаткової заробітної плати.

Відрахування на соціальні заходи являють собою форму перерозподілу доходу на фінансування суспільних потреб, розраховуються згідно діючого законодавства і складають 22% від фонду оплати праці. Відрахування на соціальні заходи розраховуються за формулою

$$ВС = (ЗО + ЗД) \cdot \frac{К_{вс}}{100}, \text{ грн.}$$

$К_{вс}$ - % відрахування на соціальні заходи.

Загальновиробничі витрати вміщують витрати на утримання та експлуатацію обладнання, цехові витрати і послуги виробничого характеру. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання вміщують витрати на технічне обслуговування машин і механізмів, витрати на поточний ремонт обладнання, цехового транспорту та інструментів, знос малоцінних і швидкозношуваних приладів, заробітну плату допоміжного персоналу та інші. Цехові витрати вміщують витрати, пов'язані з поточним ремонтом та амортизацією будівель цеху, заробітну плату керівників і спеціалістів цеху, витрати на охорону праці та техніку безпеки в цеху та інші.

Загальновиробничі витрати складають в середньому 400% до основної заробітної плати та розраховуються за формулою

$$ЗВВ = ЗО \cdot \frac{\alpha}{100}, \text{ грн}$$

де α – % загально виробничих витрат.

Вищенаведені витрати складають виробничу собівартість.

Адміністративні витрати вміщують витрати, пов'язані з утриманням адміністративно - управлінського персоналу підприємства, а також утриманням та експлуатацією основних засобів загального виробничого призначення, охорону праці та техніку безпеки персоналу та інші. Адміністративні витрати складають в середньому 500% від основної заробітної плати основних виробничих робітників та розраховуються за формулою

$$AB = ZO \cdot \frac{\beta}{100}, \text{ грн.}$$

де β - % адміністративних витрат.

Витрати на збут складаються з витрат, пов'язаних з реалізацією продукції і вміщують витрати на тару та тарні матеріали, транспортування готової продукції, рекламу, витрати на маркетингові дослідження та інші. Витрати на збут складають 2% від виробничої собівартості і розраховуються за формулою

$$BZ = C_v \cdot \frac{\gamma}{100}, \text{ грн.}$$

де C_v – собівартість виробнича, грн;

γ - % витрат на збут .

Прибуток складає 30% від повної собівартості і розраховується за формулою

$$П = C \cdot \frac{P}{100}, \text{ грн}$$

де P – рентабельність виробу, %.

Податок на додану вартість згідно законодавства становить 20% від оптової ціни і розраховується за формулою

$$ПДВ = Ц \cdot \frac{H_{пдв}}{100}, \text{ грн}$$

де $H_{пдв}$ – норматив податку на додану вартість, %.

Ціна продажу виробу розраховується за формулою

$$Ц_{пр} = Ц + ПДВ, \text{ грн}$$

Калькуляція собівартості і ціни продукції наведена в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Калькуляція собівартості і ціни виробу

Статті витрат	Сума, грн
1 Сировина і основні матеріали	16800
2 Основна заробітна плата основних виробничих робітників	760
3 Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	304
4 Відрахування на соціальні заходи з заробітної плати основних виробничих робітників	234,08
5 Загальновиробничі витрати	3040
6 Собівартість виробнича	21138,08
7 Адміністративні витрати	3800
8 Витрати на збут	422,76
9 Повна собівартість	25360,84
10 Прибуток	7608,252
11 Податок на додану вартість	1521,6504
12 Ціна продажу виробу	32968

Для композиційного матеріалу ВЖ-98: вага $V_1=10$ кг, повна собівартість $C_1=20000$ грн, програма випуску $N=24$ шт.

Для композиційного матеріалу ЭК-64 з волокнами ВР273ВП: вага $V_2=7$ кг, повна собівартість $C_2=21138,08$ грн, програма випуску $N=24$ шт.

$$\Delta V = V_1 - V_2, \text{ кг}$$

$$\Delta V = 10 - 7 = 3 \text{ кг}$$

$$Z = V \cdot N, \text{ грн};$$

де Z – вага партії насадок ракетного двигуна.

$$Z_{\text{ВЖ-98}} = 10 \cdot 24 = 240 \text{ кг};$$

$$Z_{\text{ЭК-64}} = 7 \cdot 24 = 168 \text{ кг}.$$

За рахунок зниження ваги ЭК-64 на 72кг завдяки використанню матеріалу з волокнами ВР273ВП, зменшуються витрати на енергоресурси та з'являється можливість збільшити корисне навантаження.

Звідси ми можемо розрахувати економічний ефект від впровадження нової розробки:

$$E = (C_2 \cdot K_{e.p}) - C_1, \text{ грн};$$

C_2 – повна собівартість;

$K_{e.p}$ – коефіцієнт економічного ресурсу (коефіцієнт приведення);

C_1 – собівартість до удосконалення.

$$E = (25360,84 \cdot 1,5) - 20000 = 18041,26 \text{ грн}.$$

Таким чином можна зробити висновок, що з попередньої собівартості яка складає 20000грн до нової собівартості у 25360,84 ми очікуємо отримати економічний ефект від впровадження нової технології в розмірі 18041,26.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи із охорони праці при: розробці технології виготовлення виробів з порошкових матеріалів [9].

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) можливість ураження електричним струмом, внаслідок порушення правил з електричної безпеки, що може привести до електричних травм, або летального наслідку;

б) небезпеки які пов'язані із проведенням випробувань механічних властивостей дослідницьких зразків, зокрема можливості отримання механічних травм;

в) небезпеки які пов'язані з проведенням іспитів на термоциклування, зокрема термічні опіки при непередбачуваному торканні нагрітих виробів;

г) небезпеки які пов'язані з виготовленням дослідницьких зразків методом контактного зварювання;

г) недоліки в організації робочого місця дослідницької лабораторії, що може бути пов'язане з не виконанням умов ергономіки;

е) небезпеки які пов'язані з обробкою результатів з використанням комп'ютерної техніки;

е) незадовільні параметри повітряного середовища в приміщенні дослідницької лабораторії, внаслідок неефективної роботи систем опалення та повітря обміну;

ж) незадовільне освітлення робочих зон, дослідницької лабораторії;

з) можливість загоряння внаслідок порушень правил пожежної безпеки, що може привести до пожежі;

і) небезпеки які пов'язані з роботою в умовах військового стану.

5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки :

а) З метою забезпечення електробезпеки, є - виконання організаційних заходів, для попередження уражень електричним струмом.

До виконання робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання, та перевірку знань з електробезпеки. Основним нормативним актом є ПУЄ 2013.

- ремонт обладнання повинен здійснювати тільки спеціальний підготовлений персонал.

- для кожного електроспоживного обладнання повинні бути складені експлуатаційні схеми нормальної і аварійної роботи.

- технічні заходи – розташування струмоведучих частин на недоступній висоті (до 1000 В), не менше 3,5 м (більше 1000 В – 6 м).

- всі не ізольовані струмопровідні лінії повинні бути надійно огороженні суцільними огорожами.

- відкриття яких можливий тільки за допомогою спеціальних пристроїв.

- опір ізоляції електричних дротів повинен бути не менше 0,5 Ом.

- обов'язковим є захисне заземлення або занурення.

- обов'язковим є використання індивідуальних засобів захисту, зокрема гумовий діелектричний килимок, опір якого слід періодично перевіряти.

- обов'язковим є встановлення автоматичних блокуючих пристроїв, які запобігають небезпечним діям людини, зокрема кільцеві вимикачі.

- блокуючі пристрої розподіляють на механічні, електричні, та електромеханічні.

Електробезпека обслуговуючого персоналу залежить від розташування органів управління відносно електричних ланцюгів. Зокрема кабіна ПТМ розташовується з протилежної сторони відносно тролей.

б) При випробуванні на механічні властивості дослідницьких зразків необхідно притримуватись основних запобіжних заходів.

Випробування матеріалів пов'язаних з внутрішньою загрозою із-за високих потужностей, швидких рухів. Робітник повинен уважно вивчити всі відповідні інструкції користувача та попередження, завжди пам'ятати про всі рухомі та працюючі компоненти машин, які є потенційно небезпечними, зокрема про силові приводи і рухомі головки.

Основні загрози при роботі з випробувальним обладнанням:

- загроза вильоту осколків – неправильне закріплення зразків створює тиск на елементи кріплення або захвати, що може призвести до їх поломки. Випробування проводяться на високих швидкостях, і існує можливість посиленого викиду зламаної частини за межі робочої зони. Щоб уникнути вильоту осколків, зразок слід встановити в центрі губок захвату і вирівняти його по напрямку навантаження. Використовуючи всі прикладені центруючі і вирівнюючі пристосування.

- загроза деталей що обертаються – якщо обладнання необхідно включити для обслуговування зі знятими захисними панелями, переконайтеся, що всячий одяг, довге волосся і т. д. надійно зібрані.

- неправильне налаштування обмежувача – правильне налаштування робочих обмежувачів, проведена до початку випробування, зменшить ризик пошкодження зразка, системи або загрози для оператора.

- пошкодження електричних кабелів – втрата сигналів управління і зворотного зв'язку, викликана розмиканням мережі або пошкодженням кабелю, може змусити компоненти системи рухатися на максимумі. Ніколи не розташовуйте кабелі на підлозі без відповідного захисту, не піддавайте їх перегріву під надмірним навантаженням. Використовуйте прокладки для зменшення тертя в місцях, де дроти проходять по кутах або через отвори.

в) Для запобігання термічних опіків при виконанні випробувань на термоциклування передбачено використання індивідуальних засобів захисту, зокрема рукавиці спеціальні ГОСТ 12.4.010-75.

г) Вимоги безпеки встановлюються у нормативній документації згідно з ГОСТ 3.1120 і повинні відповідати даному стандарту.

Під час проходження технологічних процесів контактного зварювання металів необхідно передбачати максимально можливу механізацію та автоматизацію процесу зварювання і його окремих елементів.

Устаткування, яке використовується для контактного зварювання, має відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003, вимогам безпеки до електротехнічних устаткувань згідно з ГОСТ 12.2.007.8, а також «Правилам устройства электроустановок», «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей».

Устаткування контактного зварювання необхідно оснащувати захисними пристроями (екранами, тощо згідно з ГОСТ 12.2.062), які захищають працюючих від бризок розплавленого металу, електромагнітного випромінювання та інфрачервоної радіації, мати блокування — заборону на експлуатацію устаткування без системи захисту.

Розташування захисних пристроїв не повинно обмежувати технологічних можливостей устаткування під час його експлуатації.

Захисні пристрої (переносні екрани, фільтровентиляційні агрегати), які переміщують вручну, повинні бути легкознімними, мати масу не більше 6 кг, а під час відкривання переміщення повинні виконуватись зусиллям не більше 40 Н (4 кгс).

За наявності однієї загально обмінної вентиляції допускається виконання робіт з контактного зварювання металів з чистою поверхнею. При цьому повітрообмін повинен становити не менше 600 м³/год повітря на кожні 50 кВА установки.

Під час стикового зварювання оплавленням об'єм видаленого повітря з місцевого витяжного устаткування (укриття) повинен компенсуватися із швидкістю підсмоктування не менше 1 м/с.

Щоб уникнути розбризкування розплавленого металу під час точкового або шовного зварювання, необхідно забезпечувати щільне взаємне прилягання зварюваних елементів з установленням допустимих зазорів.

Температура охолоджуючої води на виході з шовних машин із зовнішнім водяним охолодженням роликів повинна бути в межах 25 — 30 °С, якщо за умовами праці руки зварника змочуються водою. Зварник повинен стояти на ізоляційному настилі завширшки не менше 0,7 м.

Під час контактного зварювання необхідно застосовувати зварювальне та технологічне устаткування відповідно до вимог ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.017, ГОСТ 12.4.040 та СП № 1042.

Корпуси машин контактного зварювання і блок управління, педальні пускові кнопки, а також вторинні обмотки трансформаторів повинні бути заземлені.

Вимоги до виконання захисного заземлення повинні відповідати ГОСТ 12.2.007.0.

На помітних місцях корпусів машин і устаткування, що знаходяться під напругою, повинен бути напис:

«БЕЗ ЗАЗЕМЛЕННЯ НЕ ВМИКАТИ!»

Підключення і вимикання мережі живлення устаткування для контактного зварювання, спостереження за справним станом, а також ремонт повинен провадити електротехнічний персонал, що має групу допуску не нижче Ш.

Вторинна напруга холостого ходу зварювального трансформатора контактної машини в процесі експлуатації не повинна перевищувати 42В.

Для підвісних машин із вбудованим зварювальним трансформатором напруга живлення кіл керування, що розташовані безпосередньо на зварювальних кліщах, не повинна перевищувати 42В для кіл змінного і 110В — для кола постійного струму.

Підвісні машини з вбудованим трансформатором повинні мати блокування, яке не допускає увімкнення кола без заземлення корпусу машини.

Машини для контактного зварювання повинні мати обладнання та інші пристрої, що захищають оператора та обслуговуючий персонал від механічних травм, відповідно до вимог безпеки до пресового устаткування згідно з ГОСТ 12.2.017.

Машини, які оснащені конденсаційними блоками, повинні мати обладнання для автоматичної випереджувальної розрядки конденсаторів при доступі до них.

Машини контактного зварювання в робочій зоні повинні бути оснащені захисними засобами згідно з ГОСТ 12.2.062, які охороняють оператора від вибризувань металу і забезпечують безпечне спостереження за зварюванням. Пневмосистеми машин контактного зварювання повинні бути обладнані глушниками шуму. Стикові і шовні машини повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

Рухомі частини підвісних машин повинні бути закріплені страхувальними ланцюгами або тросами.

Для спостереження за припливом води, яка охолоджує електроди контактних машин та інших елементів вторинного контуру, слід застосовувати манометри, реле тиску і відкриті лійки.

Машини шовного зварювання із зовнішнім водяним охолодженням роликів повинні мати корито-піддон для збирання води, що стікає, і обладнані настилом завширшки не менше 0,7м з ізоляційного матеріалу.

Не дозволяється провадити ремонт машин контактного зварювання й їхніх пристроїв, що знаходяться під напругою.

Устаткування для контактного зварювання необхідно регулярно, до початку кожної зміни, перевіряти на цілісність заземлюючого провода, справність ізоляції проводів і кабелів, відсутність замикання між обмотками високої і низької напруги, справність блоків зовнішнім оглядом.

Персонал, який допускається до виконання робіт з контактного зварювання, повинен мати кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче Відповідно до «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» та «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

До виконання контактної зварювання допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли попередній медичний огляд, навчання, інструктаж і перевірку знань вимог безпеки відповідно до ГОСТ 12.0.004 під час роботи на контактному та пресовому устаткуванні, а в окремих випадках — з гідросистемами високого тиску.

Засоби захисту працюючих на машинах контактної зварювання залежно від характеру впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.4.011.

Вибір і призначення засобів індивідуального захисту органів дихання під час контактної стикової зварювання оплавленням повинен провадитись відповідно до вимог ГОСТ 12.4.034.

Для захисту обличчя і очей зварника під час роботи на контактних машинах слід застосовувати захисні окуляри згідно з ГОСТ 12.4.013.

Для захисту від іскор і бризок розплавленого металу належить застосовувати спеціальний спецодяг і взуття згідно з ГОСТ 12.4.103.

Засоби захисту рук працюючого під контакту з поверхнями, що нагріваються, іскор і бризок розплавленого металу повинні відповідати ГОСТ 12.4.103.

Для захисту від шуму належить користуватись засобами індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.051.

г) Згідно ГОСТ 12.2.032-78. « СС. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» конструкція робочого місця повинна забезпечувати оптимальне положення співробітника, що досягається за рахунок регулювання висоти сидіння та підставки для ніг.

Підставка для ніг повинна регулюватися по висоті. Ширина повинна бути не мене 300мм, довжина не менше 400мм. Поверхня підставки повинна бути рифленою. По передньому краю слід передбачити борти висотою 10мм. Важливим фактором є простір під столом, його має бути досить, щоб можна було зручно згибати та розгинати коліна.

Стіл повинен мати криволінійну форму. Крісло повинно забезпечити фізіологічно раціональну робочу позу, при якій не порушується циркуляція крові і не було іншого шкідливого впливу. Для цього необхідно, щоб у крісла була пружна спинка анатомічної форми, яка зменшить навантаження на хребет. Також крісло обов'язково повинно бути з підлокітниками і мати можливість повороту, зміни висоти і кута нахилу сидіння і спинки.

Монітор повинен розташовуватися на робочому столі прямо, і віддаленим від очей мінімум на 50-60см. Верхня границя екрану повинна бути на рівні очей або нижче на 15см від рівня очей. Клавіатура повинна розташовуватися в 10-15см (в залежності від довжини ліктя) від краю стола. Глибина стола повинна дозволяти повністю положити лікті на стіл, відсунути клавіатуру до монітору.

е) Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції, розробленої на підставі Санітарних норм і правил Сан Пин 2. 2. 2. 542-96 «Гігієнічні вимоги до відео дисплейні Мансуров, персональних електро-обчислюваних машин і організації робіт», а також нести особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки своєї праці та за створення небезпечного або шкідливого виробничого фактора для інших працюючих і поломку комп'ютера.

При роботі з комп'ютером шкідливими і небезпечними факторами є:

- електростатичні поля;
- електромагнітне випромінювання;
- наявність потужних іонізуючих випромінювань;
- локальне стомлення, загальне стомлення;
- стомлюваність очей;

- небезпека ураження електричним струмом;
- пожежонебезпека.

Режими праці та відпочинку при роботі з комп'ютером повинні організовуватися в залежності від виду та категорії трудової діяльності. Види трудової діяльності поділяються на 3 групи:

- Група А – робота з зчитування інформації з екрана комп'ютера з попереднім запитом;

- Група Б – робота з введення інформації;

- Група В – творча робота в режимі діалогу.

За основну роботу з комп'ютером слід приймати таку, що займає не менше 50% часу протягом часу роботи комп'ютера. Для видів трудової діяльності встановлюється 3 категорії тяжкості і напруженості роботи з комп'ютером, які визначаються:

для групи А – по сумарному числу прочитаних знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 60 000 знаків;

для групи Б – по сумарному числу зчитуються або вводяться знаки за час роботи з комп'ютером, але не більше 40000 знаків;

для групи В – по сумарному часу безпосередньої роботи з комп'ютером, але не більше 6 годин за час роботи з комп'ютером. Для забезпечення оптимальної працездатності і збереження здоров'я протягом часу роботи з комп'ютером повинні встановлюватися регламентовані перерви.

Перед початком роботи необхідно переконатися, що монітор і комп'ютер мають антиблокове покриття (крім групи А) з коефіцієнтом відображення не більше 0,5. Покриття повинне також забезпечувати зняття електростатичного заряду з поверхні екрана, іскріння і накопичення пилу. Корпус монітора повинен забезпечувати захист від іонізуючих та неіонізуючих випромінювань.

Необхідно перевірити робоче положення комп'ютера відстань між стіною з віконними прорізами і столом повинно бути не менше 0,8 м.

Відстань між робочими столами повинна бути не менше 1, 2 м. Не допускається знаходження другого робочого місця з боку задньої сторони.

5.3 Заходи щодо виробничої санітарії та гігієни праці :

є) Для нормалізації параметрів повітряного середовища в виробничих приміщеннях передбачається використовувати технічні засоби по забезпеченню нормованих параметрів. До них відноситься водяне або парове опалення, природна або штучна вентиляція. В холодний період року штучну вентиляцію, проточну витяжку поєднують з функцією підігріву зовнішнього повітря калорифер. В адміністративних приміщеннях використовуються кондиціонери.

Ефективним засобом нормалізації стану повітряного середовища у виробничих приміщеннях є вентиляція, що представляє собою комплекс пристроїв, що забезпечують повітрообмін, тобто видалення забрудненого (запиленого) нагрітого вологого повітря і подачу свіжого, чистого повітря, що відповідає нормативним вимогам.

За зоні дії вентиляція може бути загальнообмінної (що охоплює всі приміщення) та місцевої (в його обмеженій частини), а в залежності від способу переміщення повітря - природною і механічною.

Аерація - це природна вентиляція, при якій повітря надходить і видаляється через регульовані отвори в стінах, перекриттях, ліхтарях будівель.

При природній вентиляції повітрообмін відбувається внаслідок різної щільності неоднаково нагрітого повітря зовні і всередині приміщення і завдяки тиску вітру.

Стулки вікон постачають пристроями, що дозволяють відкривати, встановлювати в необхідному положенні і закривати їх з поверхні підлоги

або робочих площадок приміщення. При використанні тиску вітру ефективність аерації зростає. Для цього споруджений будинок відповідним чином орієнтують щодо переважного напрямку вітру в даній місцевості.

При механічній вентиляції повітрообмін здійснюється за допомогою вентиляторів. У напрямку дії механічна вентиляція може бути припливною (повітря нагнітається в приміщення), витяжний (повітря видаляється з нього) і припливно-витяжної, що забезпечує одночасно подачу повітря в приміщення і його видалення.

Забір зовнішнього повітря приточними системами вентиляції проводиться на висоті не менше 2 м від землі в місцях, не забруднених шкідливими речовинами. Вентиляція застосовується в поєднанні з технологічними заходами щодо зниження забруднення повітря. Джерела пилоутворення герметизують і підключають до системи витяжної вентиляції. Для попередження проникнення холодного повітря, в приміщення відкриваються ворота, двері або технологічні отвори обладнують повітряними або повітряно-тепловими завісами.

Розрахунок продуктивності природної вентиляції:

Площа цеху 900м^2 , висота 7м.

$$V = 900 \cdot 7 = 6300 \text{ м}^3;$$

$$L = k \cdot Vn = 2 \cdot 6300 = 12600 \text{ м}^3/\text{год};$$

Розрахунок об'єму повітря, що відсмоктується витяжним зонтом:

$$L = a \cdot b \cdot V \cdot 3600 = 0,38 \cdot 0,55 \cdot 1,5 \cdot 3600 = 1128,6 \text{ м}^3/\text{год};$$

Розрахунок об'єму повітря, що видаляється за допомогою витяжних кафів:

$$L = F \cdot V \cdot 3600 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$F = 7,3\text{м}^2; V = 0,5\text{м}/\text{с};$$

$$L = 7,3 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 13140 \text{ м}^3/\text{год};$$

ж) Незадовільне освітлення робочих зон, дослідницької лабораторії;

Більшість людей проводять на робочому місці більшу частину свого часу. При цьому основна частина роботи пов'язана з напруженою зоровою роботою. Тому дуже важливо забезпечити співробітникам комфортні для роботи умови, серед яких якісне освітлення є обов'язковим. Саме від нього залежить ефективність роботи співробітників, їх настроїв і безпеку.

Основне призначення освітлення в робочій зоні:

- забезпечити оптимальні умови роботи відповідно до норм і вимог;
- знизити стомлюваність органів зору;
- забезпечити безпеку співробітників;
- запобігання професійних захворювань;
- підвищення ефективності праці та якості роботи.

Для реалізації перерахованих вище умов, система освітлення на підприємстві повинна відповідати наступним вимогам:

Якісне та рівномірне освітлення робочої зони, яке відповідає діючим санітарним нормам санітарним нормам в Україні СНиП та новому стандарту освітлення - ISO 8995. Нерівномірне освітлення змушує органи зору адаптуватися до різної яскравості навколишніх предметів, що призводять до швидкого стомлення очей.

Оптимальна яскравість. Для зору людини однаково шкідливий як тьмяне світло, так і занадто яскравий. Це проявляється в різі в очах, частих головних болях, розладі зору. Тому необхідно правильно провести розрахунок і проектування освітлення, щоб отримати комфортну яскравість в приміщенні.

- освітленість на робочому місці повинна відповідати гігієнічним нормам. Збільшення освітленості робочої поверхні до певної межі поліпшує видимість об'єкту, збільшує швидкість розрізнення предметів і підвищує продуктивність праці;

- яскравість на робочій поверхні і в межах оточуючого простору повинна розподілятися по можливості рівномірно, оскільки перехід погляду з яскраво освітленої на слабо освітлену поверхню і навпаки викликає стомлення очей; Рівномірному розподілу яскравості сприяє світле забарвлення стелі, стін, устаткування.

- на робочій поверхні не повинно бути різких тіней, оскільки вони створюють нерівномірний розподіл яскравості, спотворюють форму і розміри об'єктів і викликають стомлення зору, а наявність жвавих тіней, крім того, сприяє виникненню травм;

- освітлення повинне забезпечувати необхідний спектральний склад світла для правильної передачі кольорів. Правильну передачу кольорів створює природне освітлення і штучні джерела світла із спектральною характеристикою, близькою до природного освітлення.

Природне освітлення — освітлення приміщень світлом неба (прямим або відображеним), проникаючим через світлові отвори в зовнішніх захищаючих конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найсприятливішим.

Природне освітлення може бути:

- бічним — через світлові отвори в зовнішніх стінах (вікна);
- верхнім — через світлові отвори в покритті і ліхтарі, а також через світлові отвори в місцях перепадів висот суміжних будівель;
- комбіноване — поєднання верхнього і бічного освітлення.

Штучне освітлення буває двох систем: загальне і комбіноване. Загальне освітлення — це освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або стосовно розташування устаткування (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення — це освітлення, при якому до загального освітлення додається місцеве. Місцеве освітлення — це додаткове до загального освітлення, створюване світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях (поверхнях).

Таким чином доцільно використовувати поєднання природного освітлення з системою загального рівномірного освітлення, яка складається з світильників типу РСП та люмінесцентних ламп ЛД-40-60 Вт.

5.4 Заходи з пожежної безпеки :

з) Можливість загоряння внаслідок порушень правил пожежної безпеки, що може привести до пожежі;

Для попередження пожеж передбачається використовувати первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого полотна, ящика з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати, ломи, сокири тощо), системи автоматичного пожежогасіння.

Первинні засоби пожежогасіння, в залежності від категорії приміщень, можуть розташовуватись як окремо, так і в складі пожежних щитів.

Також необхідно періодично проводити протипожежні інструктажі, навчання та тренування персоналу.

Визначення категорії приміщення в конструкторському бюро

За вибухо-пожежною небезпекою приміщення й будівлі поділяють на п'ять категорій: А,Б,В,Г,Д.

Встановлення категорії приміщення виконується шляхом послідовної перевірки належності приміщення до категорій від найвищої (А) до найнижчої (Д) з урахуванням характеру технологічних процесів і пожежо-небезпечних властивостей речовин, що в них застосовується, з метою виявлення можливих обставин і причин виникнення вибухів і пожеж та їх наслідків.

Приймаємо категорію Д, так як ця категорія більш підходить по характеристиці речовин і матеріалів, що зберігаються в приміщенні, а саме знаходяться незаймісті речовини і матеріали в холодному стані, а також кабельні електропроводки до устаткування, окремі предмети меблів на місцях.

Визначення класу пожежі.

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежі за ДБНВ.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» поділяються на відповідні класи та підкласи:

- клас А – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір);

- клас В – пожежі горючих рідин або твердих речовин, які розтоплюються;

- клас С – пожежі газів;

- клас D – пожежі металів та їх сплавів;

- клас Е (додатковий) – пожежі, пов'язані з горінням електроустановок.

Обираємо клас Е (додатковий) пожежі, пов'язані з горінням електроустановок.

Вибір типу та визначення необхідної кількості первинних засобів пожежогасіння.

Визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння слід проводити з урахуванням фізико-хімічних та пожежо-небезпечних властивостей горючих речовин, їх взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів площ виробничих приміщень, відкритих майданчиків та установок.

Необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння визначають окремо для кожного поверху та приміщення, а також для майданчиків та установок.

Для виробничих приміщень правила розташування та вибору засобів пожежогасіння є такими:

Пожежний інвентар з пожежним інструментом і вогнегасниками розміщується на спеціальних пожежних щитах (стендах). Такі щити (стенди) відповідно до "Правил пожежної безпеки в Україні" встановлюють на території об'єкта з розрахунку один щит (стенд) на площу 5000 м². До комплекту засобів пожежогасіння, які розміщують на стенді, слід включити: вогнегасники – 3 шт.; ящик із піском – 1 шт.; пожежне покривало розміром 2×2 м – 1 шт.; гаки – 3 шт.; лопати – 2 шт.; лопи – 2 шт.; сокири – 2 шт. Ящик із піском, який є елементом конструкції пожежного щита (стенда), повинен мати місткість не менше 0,1 м³ та виключати потрапляння в нього опадів.

Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники, які відзначаються високою ефективністю дії.

Вибір типу та визначення потрібної кількості вогнегасників здійснюється згідно вогнегасної здатності вогнегасників, граничної площі, класу пожежі горючих речовин та матеріалів у захищуваному приміщенні, або на об'єкті (стандарт ISO 3941–77). Крім перерахованих параметрів береться до уваги також категорія приміщень за вибухо-пожежною та пожежною небезпекою.

Вибір типу вогнегасника (пересувний чи переносний) зумовлений розмірами можливих осередків пожеж; у разі збільшених їх розмірів рекомендується використовувати пересувні вогнегасники.

Відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування вогнегасника не має перевищувати:

20 м – для громадських будівель та споруд;

30 м – для приміщень категорій А, Б, В (горючі гази та рідини);

40 м – для приміщень категорій В, Г;

70 м – для приміщень категорії Д.

Для гасіння великих загорянь у приміщеннях категорій А, Б, В застосовують стаціонарні установки водяного, газового, хімічного та повітряно-пінного гасіння.

5.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях:

і)Проведення заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи підприємств організацій і установ в умовах надзвичайних ситуацій – одна з основних задач цивільної захисту.

Під стійкістю роботи промислового об'єкта, безпосередньо виробляє якусь продукцію, розуміють його здатність в умовах надзвичайної ситуації випускати продукцію в запланованому обсязі та номенклатурі, а при отриманні слабких і середніх руйнувань або порушенні зв'язків по кооперації і поставкам відновлювати виробництво в мінімальні терміни.

Під стійкістю роботи об'єктів, безпосередньо не виготовляючих продукцію, розуміють їх здатність виконувати свої функції в умовах надзвичайної ситуації.

На стійкість роботи промислових об'єктів в умовах надзвичайної ситуації воєнного характеру впливають такі чинники: надійність захисту робітників і службовців від дії зброї масового ураження; здатність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти певною мірою вражаючих факторів ядерного вибуху; захищеність об'єкта від вторинних вражаючих факторів; надійність системи постачання об'єкта всім необхідним для виробництва продукції (сировиною, паливом, комплектуючими виробами, електроенергією, водою, газом і т. п.); стійкість і безперервність управління виробництвом та цивільним захистом; підготовленість об'єкта до ведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт та робіт з відновлення порушеного виробництва.

Перераховані фактори визначають і основні, загальні для всіх об'єктів, шляхи підвищення стійкості роботи у воєнний час, а саме:

- забезпечення надійного захисту робітників і службовців від вражаючих факторів зброї масового ураження;
- захист основних виробничих фондів від вражаючих факторів, в тому числі і від вторинних;
- підвищення надійності і оперативності управління виробництвом;
- забезпечення стійкості постачання всім необхідним для випуску запланованої на воєнний час продукції;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва.

Підвищення стійкості роботи об'єктів в умовах надзвичайної ситуації воєнного характеру, досягається:

- завчасним проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних і організаційних заходів, спрямованих на максимальне зниження впливу вражаючих факторів зброї масового ураження;
- створенням умов для швидкої ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

Інженерно-технічні заходи включають комплекс робіт, що забезпечують підвищення стійкості виробничих будівель і споруд, верстатного і технологічного обладнання, комунально-енергетичних систем. Технологічні заходи забезпечують підвищення стійкості роботи об'єкта шляхом зміни технологічного процесу, що сприяє прискоренню виробництва продукції і виключає можливість утворення вторинних вражаючих факторів.

Організаційні заходи передбачають розробку і планування дій керівного складу, штабу, служб і формувань цивільного захисту при захисті робітників і службовців підприємств, проведенні рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт, відновлення виробництва, а також по випуску продукції на збережених потужностях.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що структура повинна складатись з армувальних волокон ВР273ВП, що оточені суцільною проплавленою зоною матриці зі сплаву ЭК-64.

Показано, що вищий опір термоциклуванню чинить композиційний матеріал з матрицею ЭК-64 порівняно з композиційним матеріалом з матрицею ВЖ-98.

Встановлено, що при формуванні композиційного матеріалу методом роликового зварювання за встановленим режимом досягається отримання проплавленої зони в місцях стиків сусідніх зварних швів навколо волокон при задовільному їх розчиненні.

Розроблена технологія формування композиційного матеріалу з матрицею ЭК-64 і волокнами ВР273ВП забезпечує збереження міцностних властивостей волокон.

В наслідок зниження ваги насадків на 72кг завдяки використанню композиційного матеріалу з матрицею ЭК-64 і волокнами ВР273ВП, замість жароміцного сплаву ВЖ-98 зменшуються витрати на енергоресурси та з'являється можливість збільшити корисне навантаження при цьому очікуваний економічний ефект може бути 18041,26 грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Технологические схемы получения композитов[Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://metal-archive.ru/litye-materialy/95-tehnologicheskie-shemy-polucheniya-kompozitov.html>
2. Шовная (роликовая) сварка [Электронный ресурс].- Режим доступа:http://www.rudetrans.ru/o-svarke/shovnaya_rolikovaya_svarka/
3. Милейко С. Т. Композиты и наноструктуры. Композиты и наноструктуры. – 2009. – № 1.– С. 6-37.
4. Mileiko S.T., Kiiko V.M., Kolchin A.A., Korzhov V.P., Prokopenko V.M. Oxide-fibre/Ni-based matrix composites - II: Mechanical behaviour // Compos. Sci. and Technol. 2002. 62. 2. P. 181-193.
5. Mileiko S.T. Oxide-fibre/Ni-based matrix composites - III: A creep model and analysis of experimental data // Compos. Sci. and Technol. 2002. 62. 2. P 195-204.
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Порошкові та композиційні матеріали” для студентів зі спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної і заочної форм навчання /Укл.: В.С. Вініченко, Д.В. Ткач – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. – 110 с .
7. Коваленко В.П. Всесвітнє господарство: економічна теорія виникнення, становлення. - М., 1992.
8. Методичні вказівки до виконання економічного розділу дипломних проектів (робіт) для студентів спеціальності 7.05040301, 8.05040301 «Прикладне матеріалознавство» усіх форм навчання / Укладачі: Круглікова В.В., Бобровникова Р.Г., Лазечний І.М., - Запоріжжя: ЗНТУ, 2012.– 22 с.
9. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» у дипломних роботах студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання/ Укладач: Нестеров О.В., – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014.– 19 с.