

УДК 669.018.045

Іванченко Є.Ю.¹, Шепотько В.О.², Вініченко В.С.³

¹ стар. лаборант кафедри МІТЛВ

² студ. гр. ІФ-228сп НУ «Запорізька політехніка»

³ доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НІОБІУ ЯК МАТРИЦІ ВОЛОКНИСТОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Відомо, що одним із шляхів збільшення коефіцієнта корисної дії теплового двигуна є підвищення максимальної температури робочого тіла. Дана проблема настільки актуальна, що для її вирішення вже досліджують можливість застосування сплавів на основі таких металів, як іридій і родій. Подібні сплави зможуть забезпечити технічні вимоги конструкторів, проте, на сьогодні, ціна такого рішення буде не завжди виправдана. Для виготовлення деталей з анізотропним розподілом напружень, зокрема оболонок навантажених внутрішнім тиском, більш доцільно застосування композиційних матеріалів, які дозволяють конструкторові керувати їх властивостями в заданих напрямках вибором схеми армування.

В останні роки у багатьох промислово розвинених країнах ведуться інтенсивні розробки по застосуванню цілої гами композиційних матеріалів, зокрема, з металевими компонентами. Для вказаних композиційних матеріалів характерне поєднання високих міцностних і в'язкістних характеристик. Як правило, вони мають вищу теплопровідність, нижчу чутливість до теплових ударів і поверхневих дефектів порівняно з неметалевими композитами.

Наприклад, у авіакосмічній техніці широке застосування знаходять високотемпературні металеві композиційні матеріали, які часто використовуються в конструкціях, що працюють в потоці гарячих газів. Питомі характеристики міцності таких матеріалів суттєво перевищують аналогічні показники традиційних жароміцних сплавів, особливо при температурах вище 1600 °С.

Як матрицю волокнистого композиційного матеріалу для подібних температур експлуатації, доволі часто, використовують ніобієві сплави. Це обумовлено тим, що вони мають відносно високу температуру плавлення (2468 °С), задовільні технологічні властивості, виробляються в достатніх кількостях промисловістю. Також позитивним при використанні ніобієвих сплавів як матриці композиційного матеріалу у випадку застосування волокон із вольфрамових сплавів є те, що взаємодія матриці і волокон підвищує жароміцність останніх (особливо ефективно, якщо сплав ніобію містить цирконій і вуглець).

Проте металеві компоненти подібних матеріалів (особливо в рідиннофазному стані) активно взаємодіють між собою, що часто призводить до зни-

ження міцності і це вимагає скорочення до мінімуму часу знаходження компонентів в рідкому стані в процесі формування.

У найменшій мірі ці недоліки проявляються при високошвидкісних методах з'єднання компонентів. Зокрема, у роботах проведених на кафедрі «Фізичне матеріалознавство» НУ «Запорізька політехніка» показана ефективність застосування контактного шовного зварювання для виготовлення тонкостінних великогабаритних деталей. При його реалізації як джерело енергії використовуються потужні імпульси електричного струму. Короткочасність процесу з'єднання дозволяє звести до мінімуму фізико-хімічну взаємодію фазових складових між собою і з навколишнім середовищем, а проведення зварювання в рідкій фазі – отримати щільну зону з'єднання елементів композиції.

Тим не менш, застосування зазначеного способу для виготовлення оболонок з композиційних матеріалів з матрицями із ніобієвих сплавів вимагає експериментального уточнення технологічних режимів, оскільки необхідно забезпечити надійне з'єднання між різнорідними фазовими компонентами і при цьому бажано зберегти вихідну (або близьку до неї) міцність, цілісність і задану просторову орієнтацію волокон. Такі суперечливі вимоги свідчать про те, що визначення значень технологічних параметрів має бути компромісним.

Оскільки в даний час теоретичний опис процесу формування композиційного матеріалу методом контактного зварювання не дає рішень з точністю, необхідною для розробки промислової технології, дану проблему, а саме, визначення значень технологічних параметрів, вирішували методом планування експериментів.

При цьому визначено режими формування композиційного матеріалу з шаруватою ніобієвою матрицею армованою вольфрамо-ренієвими волокнами зі сплаву ВР27ЗВП. Показано, що для отримання "бажаної" бездефектної структури композиційного матеріалу прийнятно використовувати імпульси зварювального струму мінімальної тривалості (0,02 с), яку може забезпечити обладнання. При цьому встановлено, що використання імпульсів зварювального струму такої тривалості не знижує вихідну міцність складових у сформованому композиційному матеріалі.