

УДК621.791:669.295

Школовий В.В.¹, Ткач Д.В.²

¹ аспірант НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРМЕТАЛІДНИХ СПЛАВІВ В ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНАХ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Підвищення ефективності авіадвигунів за вдяки можливості зниження маси деталей й тим самим не втрачаючи фізико-механічних цінностей – ось основна задача та перспективна проблема на майбутнє, яка вимагає сучасних вирішень! На даний момент наші технології розвиваються й не стоять на місці, тому з запропонованих замінників матеріалів по лідерству фізико-механічних властивостей виграє γ -TiAl.

Інтерметаліди сплаву γ -TiAl володіють високою питомою міцністю, жорсткістю, опором повзучості і жаростійкістю при підвищених температурах

($T = 600 \dots 850 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Питомий модуль пружності цих сплавів вище, ніж титанових і нікелевих сплавів на 50-70%, і ця різниця зберігається при підвищених температурах. Передбачається, що інтерметаліди сплаву частково замінять жароміцні нікелеві сплави в газотурбінному двигуні, що дозволить якісно збільшити співвідношення «тяга-вага» літального пристрою. З сплавів можна виготовляти лопатки, диски, елементи сопла та інші деталі.

Але нажалі до широкого використання інтерметаліди сплаву перешкоджають їх недоліки в області технологічних властивостей в литому стані, а саме:

- Важкість у виготовленні об'ємних деталей;
- Крихкість при кімнатній температурі;
- Низька технологічна пластичність;
- Великий розподіл механічних властивостей;
- Низька механічна обробка;

Фундаментально ці всі недоліки обумовлені тим, що наявна грубозернистість разом з хімічною неоднорідною структурою та гострою текстурою. Але виходом з цієї ситуації, а саме підвищення технологічних властивостей являється деформаційна обробка, яка включає в себе гарячу екструзію та штамповку при високих температурах. В свою чергу це дозволяє виготовити литі вироби з покращеними технологічними властивостями та тим самим полегшити проведення термомеханічних обробок.

Завдяки позбавленню технологічних недоліків, при яких витрачаються великі кошти та трудомісткість у виготовлення, ми з легкістю можемо сказати, що сплави на основі алюмінідів Ti_3Al можуть конкурувати з вище сказаними сплавами, а саме титану та нікелю й впроваджуватися як перспективний сплав для виготовлення сучасних літальних апаратів, космічних кораблів й інше.

З основних показників гідності сплаву на основі інтерметалідів системи Ti-Al :

- Густина складає $\rho = 3,7 \dots 4,2 \text{ г/см}^3$;
- Високий опір окисленню в навколишньому середовищу;
- Висока міцність;
- Модуль пружності, що зберігається до 900°C .

Однак на ряду цих показників, ми також маємо не забувати, що Ti та Al мають великий ковалентний зв'язок, який ми можемо зменшити та покращити фізико-механічні властивості, завдяки легуванню такими елементами як молібден та ніобій, адже саме ці елементи мають досить високу межу розчинності в Ti_3Al .

Тому при вмісті молібдену 5-10% в розчині, дозволяють нам підвищити міцність сплаву з $\sigma_{\text{в}} = 120 \text{ МПа}$ (в нелегованому) до 540-560 МПа та з показником пластичності $\delta = 1,2 - 1,6 \text{ \%}$ й $\psi = 2 - 4 \text{ \%}$ вже в легovanому стані після

проведення термічної обробки, яка включає в себе гарт при температурі 1050°C й старінням в межах 850-900°C. А максимальним показником міцності $\sigma_b = 880$ МПа та порівняно схожій пластичності в межах $\delta = 1,6\%$, $\psi = 2\%$ дозволяє нам отримати додавання легувального елементу Nb до сплаву Ti - 13,5% Al - 21,5% з проведенням такої ж самої термічної обробки.

Роблячи висновок, можна сказати що, з використанням інтерметаліди сплаву в літакобудуванні - це запорука успіху у досягненні цілей по збільшенню співвідношення «тяга-вага» завдяки своїм, відносно високими фізико-механічними показниками, які перемагають у порівнянні з такими металами як титану та нікелю. Звісно мають дещо свої ускладнення по виготовленні об'ємних деталей, але це все вирішується звичайним легуванням й з подальшим проведенням термічної обробки, після чого ми вже маємо вдосконалений сплав, який має максимальний показник міцності 880 МПа й при цьому з маленьким показником густини $\rho = 3,7 \dots 4,2$ г/см³, що чудово чинить опір агресивному середовищу й тим самим ще раз доказує, що інтерметаліди сплаву мають існувати в виготовленні деталей ГТД.