

впливає на точність виливків та зменшує витрати на механічне оброблення. По-друге, вогнетривкі оболонки, одержувані з комплексно-модифікованої корундової кераміки значно міцніше оболонок, виготовлених за стандартним регламентом для ЛВМ, а значить і більш стабільні на геометричні розміри. Звуження контактної зони метал-форма, що спостерігається в дослідних виливках, є наслідком більшої хімічної стійкості розробленого складу формувальної суміші при здійсненні процесів розчинення та випалювання ППС моделей.

УДК 669.295.7

### **Вплив дробоструменевої обробки поверхні та відпалу на властивості втомленості сплаву $\gamma$ -TiAl**

О. В. Бердова-Бушура

Національний технічний університет України «КПІ», Київ

Новий клас сплавів на основі  $\gamma$ -TiAl є перспективним для виготовлення деталей авіаційних апаратів та двигунів нового покоління. Вони мають унікальні властивості, такі як: висока температура плавлення (1460 °С), низька щільність (3,8 – 4,0 г/см<sup>3</sup>), висока жаростійкість та опір повзучості при підвищених температурах (600 – 800 °С), високі значення модуля пружності ( $E = 170$  ГПа при 20 °С), висока стійкість до окислення. За питомою міцністю сплави  $\gamma$ -TiAl, в інтервалі температур 600 – 850 °С, в залежності від структурного стану можуть перевершувати всі традиційні конструкційні матеріали.

В останні роки більшість досліджень в області сплавів  $\gamma$ -TiAl зосереджені на підвищенні їх механічних властивостей. Одним з ефективних методів поверхневого зміцнення титанових сплавів є дробоструменова обробка поверхні.

Однак, для нового класу сплавів досі не вивчено вплив такого методу зміцнення на властивості втомленості. Тому метою роботи було встановлення впливу дробоструменевої обробки поверхні сплаву Ti-Al45, легованого 5 ат. % Nb, на властивості втомленості та вплив термічної обробки.

Досліди проводились на  $\gamma$ -TiAl сплаві Ti-45 ат. % Al із високим вмістом ніобію 5 ат. %. В якості термічної обробки використовували відпал, який проводили 100 годин при 700 °С. Випробування втомленості проводилися при кімнатній температурі і при частоті симетричного циклу 60 Гц. Для цих випробувань були виготовлені зразки діаметром ~ 8,5 мм і довжиною ~ 50 мм. Дослідження тріщин втомленості були виконані на растровому електронному мікроскопі Tescan TS 5130SB при напрузі 15 кВ.

---

\*Робота виконана під керівництвом проф. Михаленкова К.В.

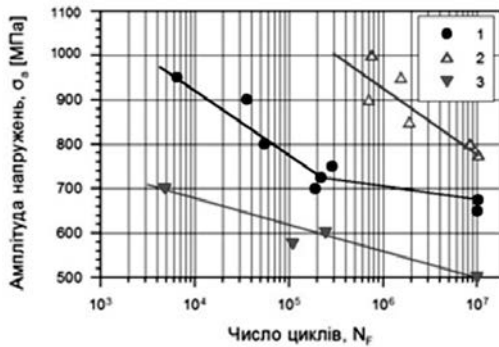


Рис. 1. Діаграма втомленості. 1 – після електролітичного полірування, 2 – після дробоструменевої обробки, 3 – після дробоструменевої обробки і термічної обробки.

Було зафіксовано різке зниження межі витривалості на 35 % і крива втомлюваності опустилася значно нижче вихідного стану сплаву. Причина такого різкого зниження може бути через крихкість поверхні і високої шорсткості поверхні.

Аналіз фрактограмм поверхні сплаву показав, що тріщина втомленості після електролітичного полірування починає своє зростання від плоскої поверхні зразка (рис. 2 а), що вказує на відсутність впливу концентрацій напружень на його гранях. Після дробоструменевої обробки поверхні тріщина втомленості зароджується під поверхнею зразка і поширюється вглиб матеріалу (рис. 2 б). Після дробоструменевої обробки та додаткового відпалу тріщина знову починає своє зростання від плоскої поверхні зразка через відсутність залишкових стискаючих напружень (рис. 2 в).

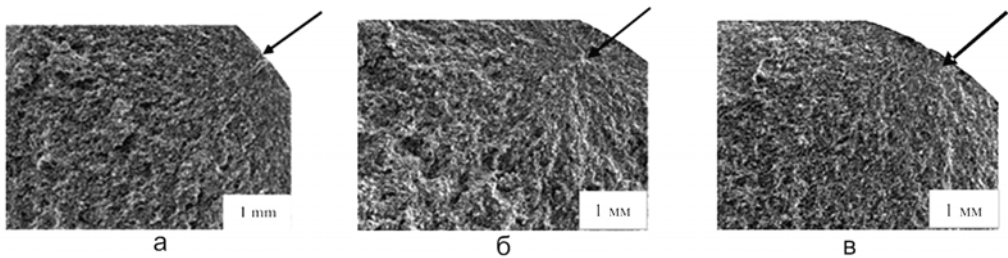


Рис. 2. Зовнішній вигляд зламів після випробувань на втомленість: а – після електролітичного полірування, б – після дробоструменевої обробки, в – після дробоструменевої обробки і термічної обробки.

Таким чином встановлено, що дробоструменева обробка поверхні сплаву Ti-45 ат. % Al, легованого ніобієм, призводить до підвищення втомленості поверхні матеріалу на 14 %. Показано зміну утворення тріщин. У вихідному сплаві такі тріщини утворюються безпосередньо на поверхні зразка, після обробки поверхні їх зародження відбувається нижче рівня деформованого шару, а після термічної обробки тріщина зароджується на поверхні зразка. Відпал негативно впливає на властивості втомленості сплаву і призводить до різкого зниження властивостей втомленості.