

УДК 539.43: 620.178.37

Мікрофрактографічні особливості руйнування деградованого алюмінієвого сплаву В95

Андрейко І. М., к.т.н., ст.н.с., ст.н.с.

Головатюк Ю. В., к.т.н., н.с.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України
(вул. Наукова, 5, м. Львів, 79060, Україна)

Досліджували мікромеханізм втомного руйнування сплавів типу В95 у стані постачання (В95пчТ1) та після експлуатації (В95Т1) 40 років у верхній обшивці крила літака АН-12 за кімнатної і низької температур (-60°C). Мікрофрактографічний аналіз показує, що руйнування за кімнатної температури сплаву у стані постачання за низької та середньої амплітуд навантаження відбувається площинами розшарування з вираженими втомними борозенками. У високоамплітудній області навантаження на фоні борозенчастого механізму руйнування в зламі поодинокі з'являються інтерметаліди. Їх розмір становить 5...15 мкм, зустрічаються вони подекуди і у розтріснутому вигляді, в околі них формуються деформаційні гребені. Для сплаву після тривалої експлуатації за кімнатної температури у низькоамплітудній області навантаження руйнування проходило витягнутими площинами з вираженим череззеренним відкольним механізмом руйнування. Череззеренні відкольні площадки доволі протяжні – до 60 мкм. Як і для сплаву у стані постачання у зламі відсутні інтерметалідні включення, що є свідченням того, що фронт тріщини проходив ділянками з найменшим опором руйнуванню. У середньоамплітудній області навантаження руйнування відбувається також череззеренним відколом, проте, суттєво зменшується (втричі) довжина площадок, на яких це відбувається. Поверхня зламу вкрита розгалуженою сіткою в'язкого руйнування – деформаційними гребенями. Руйнування у високоамплітудній області навантаження відбувається поєднанням череззеренного відколу, що зосереджується на незначній частині площадок, та ямкового механізму руйнування, притаманного руйнуванню за статичного навантаження, який домінує у зламі. Поява ямкового механізму руйнування обумовлюється присутністю у зламі вторинних включень більших розмірів, порядку 20 мкм та менших – до 3 мкм. Включення більших розмірів розтріскуються, спричинюючи навколо себе локальне статичне розтріскування. З другої сторони, поява ямкового механізму руйнування може обумовлюватись окрихненням матеріалу після експлуатаційної деградації через вичерпання його пластичності.

За низької температури випробувань для сплаву у стані постачання борозенчастий механізм втомного руйнування притаманний зламу за низьких розмахів ΔK , за середніх і високих – змінюється на ямка-виступ, вершинами яких сформовані деформаційні гребені. Ямковий механізм руйнування супроводжується появою значної кількості інтерметалідних включень у зламі, зосереджені вони переважно на дні ямок. Для сплаву В95Т1 після експлуатації, особливо за низьких та середніх ΔK , механізм низькотемпературного втомного руйнування достатньо енергоємний, що забезпечується деформаційними гребенями внаслідок в'язкого руйнування окремих мікрооб'ємів сплавів. Загалом, руйнування відбувається транскольними фасетками, протяжність яких зменшується зі зростанням амплітуди навантаження. За високих амплітуд навантаження у зламі з'являється безліч дрібних і великих включень, останні спостерігаються подекуди у розтріснутому вигляді, їх розмір близько 20 мкм. Навколо них формуються деформаційні гребені, що свідчить про позитивну роль інтерметалідних включень у підвищенні опору руйнуванню досліджуваних сплавів.