

ВЯЗКОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ СЛОИСТОГО КОМПОЗИТА ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Лавриков Р.Д.^{1}, Каманцев И.С.²*

Руководитель – к.ф-м.н Пацелов А.М.

¹⁾ Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург

²⁾ Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург
lavrikov.r@mail.ru

Ранее, в работах [1, 2] были представлены результаты механических испытаний в условиях статического и динамического нагружения для образцов слоистых композитов типа металл - интерметаллид с периодом повтора чередования слоев Ti-Al₃Ti-Al-Al₃Ti. Образцы таких композитов получают методом реакционного спекания исходных титановых и алюминиевых фольг под давлением [1, 3]. Данная работа дополняет полученные ранее результаты и рассматривает поведение вышеупомянутых композитов при циклическом нагружении.

В экспериментах были использованы образцы размером 10x10x70 мм, изготовленные из композита в котором 70 раз повторялась последовательность чередования слоев Ti-Al₃Ti-Al-Al₃Ti (рис. 1а). Концентратор напряжений в виде V-образного надреза глубиной 2 мм наносился специальной острой фрезой с радиусом в вершине 0.25 мм.

Для определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) проведены испытания на трехточечный изгиб с записью диаграммы «нагрузка-прогиб» образцов четвертого типа (по ГОСТ 25.506-85) на серво-гидравлической машине Instron 8801. На рисунке 1б представлена фотография усталостной трещины, наведенной в образце при переменном трехточечном изгибе с коэффициентом асимметрии цикла R=0.1 и частотой нагружения 100 Гц на высокочастотной резонансной машине MIKROTRON фирмы RUMUL.

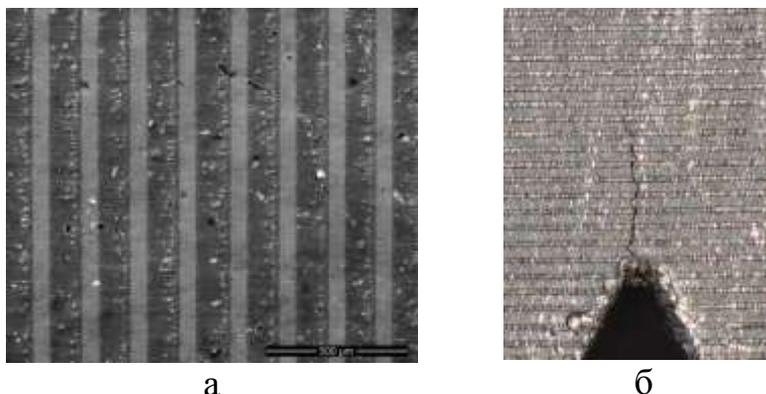


Рисунок 1. СЭМ изображение структуры композита - (а); фотография наведения трещины в образце - (б)

При последующих испытаниях на трехточечный изгиб разрушению образцов предшествовала значительная пластическая деформация.

Условие плоской деформации по критерию Брауна-Сроули [4] не выполнялось, т.е. получить значения K_{1C} на данной толщине образцов не удалось, но реально были получены значения критерия трещиностойкости K_C^* в условиях плоского напряженного состояния. Согласно полученным данным, статическая трещиностойкость оценивается средней величиной в $23.7 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$.

Поскольку фронт продвижения трещины контролировался визуально, с фиксацией длины трещины на инструментальном микроскопе, по полученным данным были построены диаграммы живучести (зависимость длины трещины от числа циклов нагружения). Также, для характеристики трещиностойкости в условиях циклического нагружения были построены кинетические диаграммы усталостного разрушения.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта № 12-У-2-1011. Структурные исследования выполнены в Центре электронной микроскопии ИФМ УрО РАН. Измерения трещиностойкости проведены в центре коллективного пользования «Пластометрия» Института машиноведения УрО РАН.

1. Пацелов А.М., Рыбин В.В. и др., Синтез и свойства слоистых композитов системы Ti-Al с интерметаллидной прослойкой // Деформ. и разруш. матер., 2010. 6, 27-31.
2. Patselov A., Greenberg B., Gladkovskii S., Lavrikov R., Borodin E. Layered metal-intermetallic composites in Ti-Al system: strength under static and dynamic load // Conference on Modeling, Identification and Control / Deng W. – Amsterdam: Elsevier Science Bv, 2012. С. 107-112.
3. Vecchio K. S. Synthetic multifunctional metallic-intermetallic laminate composites // JOM. 2005. 57, № 3. С. 25-31.
4. Браун У., Сроули Дж. Испытания высокопрочных металлических материалов на вязкость разрушения при плоской деформации. М.: Мир, 1972. - 247 с.