

О ПРОЧНОСТИ И СОПРОТИВЛЕНИИ РАЗРУШЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Боровик В.Г.

Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины,
ул. Кржижановского 3, Киев-142, Украина, 03680, E-mail: v_borovik@inbox.ru

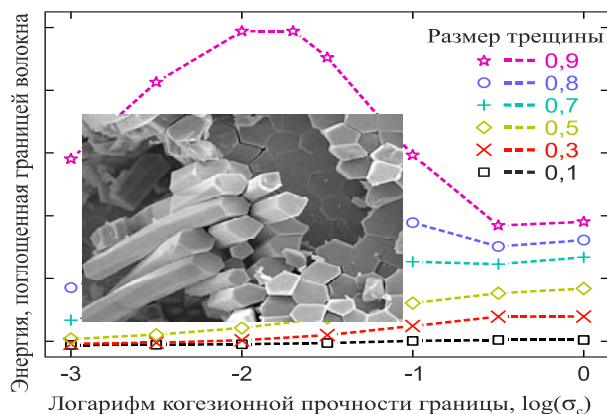
Интерес к тугоплавким соединениям (ТС) обусловлен в значительной степени возможностью создания на их основе высокотемпературных конструкционных материалов. Однако, еще Самсонов отмечал [1], что данные о механических свойствах ТС наименее достоверны. Это обусловлено низкой вязкостью разрушения (ВР) известных ТС и большинства материалов на их основе. Прочность не является характеристикой того или иного ТС. Она определяется размером дефекта в конкретном образце материала и его ВР. Образцы материалов с наноразмерными зёрнами (дефектами) показывают высокую прочность, достичь которую в реальных изделиях и, тем более, сохранить её в процессе эксплуатации практически невозможно. Поэтому наиболее перспективным направлением создания конструкционных материалов на основе ТС считается повышение их ВР.

В связи с этим в последние десятилетия расширяется изучение закономерностей, благодаря которым конструкционные материалы биологического происхождения имеют высокое сопротивление разрушению и являются наилучшими для условий существования организмов. Например, материал раковины моллюска имеет ВР, более чем в 3000 раз превышающую ВР кальцита – хрупкого компонента, из которого она состоит на 95%. Разрабатываются искусственные конструкционные материалы нового поколения, а именно однокомпонентные материалы с однонаправленной волокнистой структурой. Они имеют, практически, 100-процентное содержание несущих элементов – волокон – в структуре и поэтому обладают наивысшим потенциалом прочностных свойств. Наиболее ярким примером является SA-Туганноhex™ [2], который, практически, на 100% состоит из SiC. Материалы с подобной структурой получают прессованием пучков волокон при их пластическом деформировании. Формоизменение волокон при получении SA-Туганноhex™ происходит на стадии прессования в стеклообразном состоянии, т.е. до разложения Si-Al-C-O на SiC и CO. Горячим прессованием можно получать аналогичные материалы из других волокон [3].

Анализ биологических конструкционных материалов показывает, что их главным признаком, который позволяет обеспечить максимальную ВР, является наличие в представительном объёме материала механизмов неупругого сдвига только в направлении максимальных нормальных напряжений. Следствиями этого признака является однонаправленная волокнистая и слоистая структура материала и низкое напряжение неупругого сдвига между несущими элементами структуры (волоконками, слоями).

Характерным признаком биологических конструкционных материалов является также дискретность несущих элементов структуры на различных уровнях иерархии.

В работе установлено, что существует оптимальная когезионная прочность границ между несущими элементами структуры материала при которой поглощается максимальная энергия на начальной стадии разрушения материала (см. рис.).



1. Самсонов Г.В., Виницкий И.М. Тугоплавкие соединения (справочник). — Металлургия, 1976. — С. 560.
2. Ishikawa T. Crack-resistant fiber-bonded ceramic // Adv. Engineering Mater. — 1999. — 1, No 1. — P. 59–61.
3. Боровик В.Г. Новый конструкционный материал с однонаправленной волокнистой структурой / Боровик В.Г., Григорьев О.Н., Субботин В.Н. // Порошковая металлургия. — 2012. — No 1/2. — С. 65–74.