

## О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы

Устинова Андрея Анатольевича

на тему «расчетно-экспериментальная оценка устойчивости  
конструкционных клеевых соединений к критическому и докритическому росту  
трещин с использованием модели когезионной зоны при квазистатическом  
нагружении», представленной на соискание ученой степени кандидата технических  
наук

по специальности 2.6.17 – Материаловедение

Современные полимерные клеи находят применение в различных областях техники и народного хозяйства. Долговечность клеевого соединения должна прогнозироваться на основе механизмов разрушения. В большинстве случаев разрушение клеевого соединения вызвано наличием конструктивных и технологических концентраторов напряжений, из-за которых в процессе эксплуатации развиваются трещины. Долговечность клеевого соединения представляет собой сумму периодов зарождения и подрастания трещины до некоторого предельного размера, определяемого либо условием хрупкого разрушения, либо потерей какого-то технического свойства, например герметичности. Для количественного анализа необходимы характеристики сопротивления клеевого соединения разрушению на всех этапах: образование трещины, медленный рост, переход к хрупкому разрушению.

В данной диссертации автор применяет к анализу разрушения клеевых соединений модель когезионной зоны, которая всё более активно используется для оценки трещиностойкости композиционных материалов и клеевых соединений при критическом и усталостном нагружении.

В качестве условий, в которых проводится моделирование, автором были выбраны критическое нагружение, которое часто используется в подобных работах, и статическое докритическое нагружение, создаваемое постоянным раскрытием трещины. Последнее не встречается в литературе и требовало оригинального подхода, разработанного в рамках данной диссертации. Объектами

исследований служили клеевые соединения листов алюминиевого сплава Д-16 и трех марок промышленных эпоксидных клеёв (ЭПК-1, ВК-9 и К-300-61).

Для моделирования использовался программный пакет Ansys. В нём, с использованием модели когезионной зоны была построена модель критического роста трещин трёх типов клеевых соединений. Далее автором были использованы оригинальная методика и алгоритм для моделирования докритического подрастания трещины в клеевом соединении Д-16/ВК-9.

Для проверки расчётных данных и определения необходимых для работы моделей параметров автором был получен большой объём экспериментальных данных.

В качестве замечания можно отметить, что в автореферате не указана марка катетометра, используемого для фиксации длины трещины.

Указанное замечание не снижает практической значимости диссертации, которая выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям Положения ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Устинов Андрей Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Старший научный сотрудник научно-исследовательской  
лаборатории исследований и разработки неметаллических  
сотовых заполнителей и технологий их изготовления  
АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»  
кандидат технических наук

Валерий Семенович Волков

Подпись старшего научного сотрудника  
В.С. Волкова удостоверяю:

Начальник ОКА  
АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»

АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»  
Государственный научный центр Российской Федерации  
249031, Россия, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, д.15  
E-mail: info@technologiya.ru  
Телефон: (484) 396-28-41, факс (484) 396-45-75