

## ОТЗЫВ

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 клеи на основе различных полимеров нашли исключительно широкое применение для соединения металлов и неметаллических материалов в конструкциях и изделиях практически всех отраслей промышленности. Склеивание, несомненно, является и весьма перспективным способом соединения материалов в конструкциях будущего. Среди них эпоксидные клеи являются наиболее распространенными. Эти клеи находят применение в различных областях техники и народного хозяйства благодаря таким ценным свойствам, как высокая адгезия к самым различным материалам, хорошие физико-механические характеристики, незначительная усадка при отверждении высокая химическая стойкость.

Важнейшую роль среди эпоксидных клеев играют высокопрочные эпоксидные клеи конструкционного назначения. Отечественные пленочные клеи горячего и холодного отверждения применяются практически во всех типах современных отечественных самолетов, вертолетов и изделий авиакосмической и ракетной техники. В связи с этим остро встаёт вопрос оценки трещиностойкости и долговечности таких соединений.

Для разработки моделей клеевых соединений была использована среда конечно-элементного моделирования Ansys. В ней строилась модель клеевого соединения, в которой в специальный слой интерфейсных элементов встраивалась модель когезионной зоны. Такой подход позволяет оценивать трещиностойкость клеевых соединений, в том числе сложной конфигурации.

Автором работы был использован оригинальный подход для оценки докритического подрастания трещин. Он основывается на пошаговом прорастании трещины, возникающей из-за снижения свойств клеевых соединений под действием нагрузки.

Оба подхода были проверены на стандартных образцах клеевых соединений, а полученные результаты показали хорошее совпадение с расчетными.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. Не указаны актуальные работы по использованию модели когезионной зоны для оценки трещиностойкости клеевых соединений.
2. Предложенный оригинальный подход к оценке докритического роста трещин был отработан только на одном типе клеевых соединений.

3. В работе не исследованы, вторая и смешенная моды разрушения и целесообразно изучить их в дальнейших работах

4. В тексте использована некорректная формулировка «реальная длина физической когезионной зоны», по существу дана оценка длины зоны когезионной прочности в рамках физической модели.

Указанные замечания не умаляют научной и 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.

Главный научный сотрудник  
лаборатории клеев и клеевых препрегов  
НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ,  
д.т.н., профессор



Петрова  
Алефтина Петровна

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ)

Адрес: 105005 г. Москва, ул. Радио, д.17

E-mail: priem@viam.ru

Телефон: 8(495)263-85-51

Подпись Петровой Алефтины Петровны удостоверяю,

Ученый секретарь «Ученого совета»,  
к.т.н., доцент



Свириденко  
Данила Сергеевич