

УДК 539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЛОЕНИЯ ВБЛИЗИ СВОБОДНЫХ КРОМОК В ДВУХМЕРНОЙ ПОСТАНОВКЕ В ПАКЕТЕ ANSYS

© Евтушенко М.А., Скворцов Ю.В.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: m.evtushenko.a@yandex.ru

Расслоение является критическим видом разрушения в изделиях из композиционных материалов. В данной работе исследуется возможность расслоения композитов вблизи свободных кромок, где имеет место концентрация межслоевых напряжений из-за кромочного эффекта [1].

Исходя из условий механики повреждений, которая основана на модели когезионной зоны материала (CZM), предполагаются два билинейных закона повреждения, устанавливающих зависимость поверхностной силы сцепления от относительного перемещения слоев – раскрытия или сдвига [2].

При решении плоской задачи в программе ANSYS для моделирования когезионного слоя используются элементы типа INTER202, которые имитируют поверхности сопряжения и последующий процесс расслоения, где разделение представлено относительным смещением изначально совпадающих узлов внутри самого элемента сопряжения.

Для решения проблемы, связанной с созданием однородной осевой деформации в направлении, перпендикулярном плоскости моделируемого сечения композита, предлагается оригинальный подход, предполагающий задание температурной деформации в данном направлении.

Основные параметры закона повреждения определяются с помощью эксперимента, однако когезионная жесткость подбиралась непосредственно в программе ANSYS так, чтобы результаты без CZM-слоя совпадали с получаемыми результатами [3].

Результаты настоящего исследования позволяют сделать следующие выводы. Кромочный эффект в слоистых композитах может приводить к повреждению когезионного материала. Однако при действии циклических нагрузок такое повреждение может вызвать и расслоение композита. Таким образом, данный эффект следует учитывать при конструировании деталей из композиционных материалов.

*Работа выполнена в рамках госзадания Министерства науки
и высшего образования РФ (номер проекта FSSS-2023-0007).*

Библиографический список

1. Pipes R.B., Pagano N.J. Interlaminar Stresses in Composite Laminates Under Uniform Axial Extension // J. Composite Materials, vol. 4, 1970, pp. 538–548.
2. Tvergaard V., Hutchinson J.W. The influence of plasticity on mixed mode interface toughness // Journal of Mechanics and Physics of Solids, vol. 41, 1993, pp 1119–1135.
3. Alfano G., Crisfield M.A. Finite Element Interface Models for the Delamination Analysis of Laminated Composites: Mechanical and Computational Issues // International Journal for Numerical Methods in Engineering, vol 50, 2001, pp. 1701–1736.