

УДК 629.7.02

ОЦЕНКА ЖЕСТКОСТИ АНИЗОТРОПНОГО КОРОТКОАРМИРОВАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ГОМОГЕНЕЗАЦИИ

© Спирина М.О., Куркин Е.И.

e-mail: maryspirina@gmail.com

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

Использование композиционных материалов в конструкциях современных летательных аппаратов, таких как Boeing 787, Airbus A350, МС-21 позволяет снизить массу конструкции более чем на 50%. Снижение веса конструкций аэрокосмического назначения возможно за счет использования композитов, армированных короткими волокнами, обеспечивающих изготовление сложных пространственно нагруженных конструкций методом инъекционного литья с минимальной механической доработкой. Так, применение Victrex РЕЕК 90НMF40 для изготовления узла навески двери на Airbus A350-900 позволило на 40% снизить вес и стоимость узла [1]. Применение таких материалов в конструкциях аэрокосмической техники требует применение методов высокоточного математического моделирования характеристик используемого материала. Одним из таких методов является создание многоуровневых математических моделей короткоармированного композиционного материала, которые позволяют учитывать анизотропию его свойств.

В рамках работы разработаны методики расчета характеристик короткоармированного композиционного материала, учитывающей микромеханические зависимости основе принципов Дж. Эшелби [2]. На основе отдельных характеристик связующего и волокна происходит гомогенизация композиционного материала – расчет тензора Эшелби и значений констант эффективных модулей упругости и матрицы жесткости однонаправленного композита [3, 4, 5]. Учет ориентации армирующих волокон, проводится на основе подхода, представленного в работах [6] и [7].

Реализация расчета характеристик короткоармированного композиционного материала выполнена в виде программ в системах Maple и MATLAB, позволяющих проводить оценку жесткости композита с учетом анизотропии его характеристик и направления прилагаемой нагрузки. Проведено сравнение полученных результатов с расчетами в системе Digimat, которое показало хорошую сходимость результатов.

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-31-20071 мол_a_вед.

Библиографический список

1. 1st PEEK thermoplastic structural component in the A350 // <http://bloga350.blogspot.com/2015/10/1st-peek-thermoplastic-structural.html>
2. Eshelby J.D. The determination of the elastic field of an ellipsoidal inclusion, and related problems // Proceedings of the Royal Society, 1957. – P. 376–396.

3. Eshelby J.D. The elastic field outside an ellipsoidal inclusion// Proceedings of the Royal Society, 1959. – P. 561–569.
4. Mori T., Tanaka K. Average stress in matrix and average elastic energy of materials with misfitting inclusions // Acta Metallurgica V. 21, Issue 5, 1973. – P. 571-574.
5. Tandon G.P., Weng G.J. The effect of aspect ratio of inclusions on the elastic properties of unidirectionally aligned composites // Polymer composites. Vol. 5. №4. 1984. С. 327-333.
6. Advani S.G., Tucker C.L. A numerical simulation of short fiber orientation in compression molding // Polymer Composites, 1990, 11(3), 164-173. <https://doi.org/10.1002/pc.750110305>
7. Gusev A.A. Finite element estimates of viscoelastic stiffness of short glass fiber reinforced composites // Composite Structures V.171, 2017 – P. 53-62.