

УДК 678.027

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЗЛА НАВЕСКИ ИЗ КОРОТКОАРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Спирина М. О., Куркин Е. И

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

Короткоармированные полимерные композиционные материалы нашли широкое применение в самых разных отраслях промышленности, и внедрение подобных материалов зачастую позволяет находить новые, во многом уникальные технические решения, способствующие усовершенствованию конструктивно-технологического облика изделия [1]. Переход на изделия из короткоармированных композитов позволит существенно сократить вес изделий и затраты на их производство.

Проектирование аэрокосмических конструкций из композитов основано на высокоточном моделировании их напряженно-деформированного состояния, требующего экспериментального уточнения характеристик используемых при их производстве материалов [2].

Целью работы является создание кронштейна навески из перспективного короткоармированного материала, способного выдержать нагрузку в 20000 Н. Для решения поставленной задачи использован метод топологической оптимизации, основанный на моделировании методом конечных элементов в системе ANSYS с применением тела переменной плотности. Алгоритм использования тела переменной плотности предложен в [3] и подробно описан в работе [4]. Основой методики использования тела переменной плотности является заполнение области пространства, в которую нужно «вписать» проектируемую конструкцию, непрерывной упругой средой, имеющей переменную жесткость, то есть изменяемый модуль упругости [5, 6]. На первом этапе расчета проведена постановка и решение прочностной задачи в модуле ANSYS Mechanical, в котором заданы механические свойства, условия закрепления и действующие на тело переменной плотности нагрузки. Геометрия тела переменной плотности создана с учетом условий закрепления и компоновки. После решения прочностной задачи проведена топологическая оптимизация конструкции в модуле Topology Optimization системы ANSYS. Топологическая оптимизация позволила снизить массу конструкции, но при этом повысить жесткостные характеристики изделия. Полигональная геометрия кронштейна, полученная в результате оптимизации в формате STL для дальнейшего расчета преобразована в программе Geomagic, затем доработана в программном комплексе Solid Works. Следующим этапом является поверочный расчет. После создания конечно-элементной модели кронштейна новой топологии расчет выполняется в модуле ANSYS Mechanical для проверки работоспособности облегченной конструкции. Расчет на прочность кронштейна из композиционного материала, армированного короткими волокнами, показал, что при нагружении детали происходит смятия материала в проушине кронштейна, поэтому в конструкцию была добавлена титановая втулка. Было разработано и рассчитано несколько модификаций втулки. Напряжения при расчете на прочность не превышают допустимых.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-31-60093 мол_a_дк.

Библиографический список

1. Мэттьюз Ф., Роллингс Р. Мир материалов и технологий. Композиционные материалы. Механика и технология. - М.: Техносфера, 2004. – 408с.
2. Hull D. An Introduction to Composites Materials, Cambridge University Press. 1981.
3. Комаров В.А. Проектирование силовых схем авиационных конструкций // Актуальные проблемы авиационной науки и техники. М.: Машиностроение. 1984. С. 114 - 129.
4. Komarov V.A. Boldyrev A.V. Kuznetsov A.S. Lapteva M.Yu. Aircraft design using a variable density model// Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An Int. Journal 84/3 2012. - P. 162 - 171.
5. Комаров В. А., Рациональное проектирование силовых авиационных конструкций [Текст]: дисс. докт. техн. наук.– Московский авиац. ин-т / Комаров Валерий Андреевич.– Москва, 1976. – 329 с.
6. Komarov V.A., Kishov E.A., Kurkin E.I., Charkviani R.V. Aircraft Composite Spoiler Fitting Design Using the Variable Density Model// Procedia Computer Science, V. 65, 2015. - P. 99-106.