

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 - Механика деформируемого твёрдого тела Федулова Бориса Никитовича «Нелинейные эффекты деформирования в сложных неоднородных средах»

Диссертационная работа Федулова Б.Н. «Нелинейные эффекты деформирования в сложных неоднородных средах» посвящена разработке новых подходов к моделированию деформирования и формированию определяющих соотношений для материалов со сложной структурой, к которым относятся конструкционные сплавы и современные композитные материалы.

Научная новизна диссертационной работы связана с построением новых подходов к анализу пластического деформирования сред, в которых проявляется эффект дилатансии, присущий всем материалам со сложной неоднородной структурой. На основе предложенной автором модели пластического деформирования рассмотрен один из возможных подходов расширения указанной модели на случай деформирования, учитывающий скоростное упрочнение материала. Автором предложена оригинальная методика анализа прочности слоистого композитного материала с учетом нелинейной упругости, а также различных жесткостей материала в зависимости от типа нагрузки совместно с эффектом снижения сдвиговой жесткости при росте величин сдвиговой деформации.

Автором предложен оригинальный метод анализа задач предельного состояния сред, проявляющих эффект дилатансии при пластическом деформировании, основанный на использовании обобщенного критерия Ломакина Е.В. На основе предложенного критерия пластичности, чувствительного к виду нагружения, Федуловым Б.Н. решены задачи прочности композитных материалов (термопластических композитов) в условиях технологических процессов их изготовления. Разработанные подходы реализованы автором в программном комплексе Abaqus, с использованием которого решены задачи деформирования композитного материала со случайным расположением волокон. В частности, решена новая задача о выдергивании волокна из связующего, а также проанализирован вид напряженного состояния, в котором находится материал связующего при трансверсальном нагружении.

Федуловым Б.Н. предложены новые подходы к построению теории разрушения слоистого композита, основанные на использовании результатов стандартных прочностных экспериментов, а также рассмотрено усложнение предложенного подхода в случае высокоскоростного деформирования материала на основе введения параметра скорости накопления повреждений в материале.

Одной из положительных сторон представленной в автореферате работы следует отметить апробирование изложенной теории для конкретных материалов, а именно, для титанового сплава ВТ6 и алюминиевого сплава АД33; для композитов на примере термопластичного связующего на основе полимера полиэфирэфиркетон предложен целый набор математических моделей. В работе приведено сравнение результатов анализа на основе рассматриваемых моделей с экспериментальными данными.

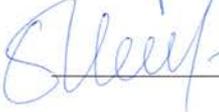
Также необходимо отметить **практическую значимость** работы для отраслей, связанных с созданием сложной современной техники и инженерных систем, в частности, для авиастроения. Современные и перспективные летательные аппараты, в которых используется значительная доля высокопрочных сплавов и композитов, подвергаются в эксплуатации сложным статическим и ударным нагрузкам, широкому спектру переменных нагрузок. Поэтому обеспечение прочности, надежности и весовой эффективности современного летательного аппарата невозможно без применения высокоточных методов анализа и МКЭ моделирования, в которых учитываются нелинейные эффекты деформирования конструкции и ее элементов. Возможность более точного определения характеристик прочности конструкций и прогнозирования их изменения позволяет также снизить число дорогостоящих экспериментальных исследований на полномасштабных агрегатах и натуральных конструкциях, издержки перепроектирования. В мировой авиационной индустрии ожидается широкое внедрение термопластичных композитов, которое на сегодня сдерживается сложностью применения этих материалов как на этапах проектирования конструкции, так и на стадиях ее производства. Работа с термопластичным композитом вынесена в отдельный раздел диссертации по анализу технологии производства композитов, в котором автор предложил подход не только технологии производства термопластичного композита, но и показал возможность предсказания прочностных характеристик для анализа эксплуатационных воздействий будущего изделия. Представленные в диссертации Федулова Б.Н. результаты в значимой мере поддерживает внедрение этих технологий в промышленности, что еще раз обосновывает актуальность диссертационной работы.

В качестве пожеланий автору рекомендуется развить класса задач моделирования процессов усталости высоконагруженных композитных материалов для расширения области актуальных задач авиастроения, что не снижает достоинств представленной работы.

Судя по автореферату, результаты, полученные в диссертации, являются существенно востребованными в современной авиакосмической индустрии. По количеству публикаций в международных научных изданиях качество результатов не подлежат сомнению, диссертационная работа Федулова Б.Н. отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ученого звания доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

08.11.2017


/Медведский А.Л./


/Нестеренко Б.Г./

