



Институт Проблем Машиноведения Российской Академии Наук (ИПМаш РАН)  
Диссертационный совет Д 002.075.01  
Васильевский остров, Большой проспект, 61  
Санкт Петербург, Россия, 199178  
Россия

OUR REFERENCE

YOUR REFERENCE

LEUVEN

2017-10-06

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

Диссертационная работа Б.Н. Федулова посвящена актуальной проблеме расчёта предельных состояний гетерогенных материалов, в том числе, волокнистых композитов, на основе математической модели повреждаемости и прочности материала, учитывающей его сложную внутреннюю структуру и механическое поведение его компонентов. Практическая ценность решения этой проблемы не подлежит сомнению в связи с всё расширяющимся использованием композитов в широком спектре отраслей промышленности и потребительских секторов: авиация, космос, автомобилестроения, ветроэнергетика, спорт, медицина... Научная ценность проблемы подтверждается состоянием современных исследований повреждаемости и разрушения композиционных материалов. В последние пять-десять лет в исследованиях этих явлений чётко осознано, что учёт нелинейного деформирования материала, обусловленного в первую очередь пластическим и нелинейно-упругим характером деформирования связующего, наряду с процессами образования и развития систем множественных трещин, совершенно необходим для корректного описания поведения материала, предсказания его прочности и потери или сохранения несущей способности. Обобщающие модели пластического деформирования композитов, сочетающих пластическое поведение полимерного связующего, образование системы трещин и взаимодействия армирующих волокон и связующего находятся в стадии развития и далеки от завершения.

Диссертационная работа Б.Н. Федулова предлагает путь решения этой проблемы. Автор развивает подход, предложенный Е.В. Ломакиным, ставящий в основу описания пластического поведения материала формализацию типа напряжённого состояния с помощью параметра вида напряжённого состояния, позволяющего выразить в том числе интенсивность дилатансии. Автор показывает, что этот подход является исключительно продуктивным и приводит к элегантным и адекватным моделям пластического поведения. На основе минимального количества параметров модели и, соответственно, минимального количества идентифицирующих экспериментов, удаётся описать и предсказать нелинейное деформирование ПЭК композитов с помощью микро-модели волокнистого композита. При моделировании разрушения слоистых пластиков автору удалось воспроизвести нелинейные диаграммы деформирования и геометрическое место предельных состояний в пространстве



компонент тензора напряжений с высокой точностью. При этом показано, что введение параметра вида напряжённого состояния существенно улучшает точность предсказания экспериментальных данных.

Эти и другие результаты, полученные Б.Н. Федуловым, помещают его работу на передний край мировых исследований процессов деформирования и разрушения гетерогенных сред. Этот вывод подтверждается публикацией результатов в ведущих журналах по механике твёрдого тела, материаловедению и механике композиционных материалов, а также представлением результатов исследований на ведущих международных конференциях.

Судя по автореферату, диссертационная работа Б.Н. Федулова соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор в полной мере заслуживает присвоения ему учёного звания *доктор физико-математических наук*.



Профессор, д.т.н. Степан Владимирович Ломов  
координатор, Composite Materials Group  
Toray Chair for Composite Materials

KU LEUVEN - Dept. MTM  
Kasteelpark Arenberg 44 - bus 2450  
BE-3001 LEUVEN - BELGIE  
BE 0419 052 173