

Отзыв официального оппонента д.т.н., профессора Федорова А.С.
на диссертацию Левандовского Андрея Николаевича «Модели термомеханического поведения пористых керамических структур»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Диссертационная работа А.Н. Левандовского посвящена анализу проблем, возникающих при использовании в современной технике керамик - неметаллических кристаллических материалов, обладающих весьма специфическими свойствами..

В работе уделено внимание керамикам на основе двуокиси алюминия (хорошо известный корунд), карбида кремния (карборунд), кордиерит. Основное внимание уделено пористым керамикам.

Первая глава содержит обзор работ предшественников, внесших свой вклад в исследование механического и термомеханического поведения пористых керамических материалов. Достаточно много внимания уделено численным методам, которые автор использует в своей работе.

Во второй главе описаны исследуемые материалы, образцы и методы работы с ними, которые будут использованы. Многие из этих методов специфичны именно для работы с керамиками или с пористыми материалами. Замечаний по этим главам у меня нет.

В третьей главе описаны используемые автором методы моделирования механического поведения пористых материалов, основанные на методе конечных элементов и известном универсальном программном комплексе ANSYS. Исследована сходимость и устойчивость разработанных автором дополнительных вычислительных процедур, приведены результаты вычислений эффективных характеристик упругих свойств пористого материала. Расчеты выполнены для двух модельных структур (пересекающихся пор и пересекающихся частиц) и реальных пористых материалов – кордиерита, корунда, карбида кремния и титаната алюминия. Поскольку сам реальный материал создается и его наполнение порами осуществляется одновременно с изготовлением конструкции, реальная конфигурация полостей определяется методом послойной магниторезонансной томографии, по результатам которой с использованием программы, разработанной автором, строится конечноэлементная сетка.

Вычисленные значения упругих характеристик сравниваются с имеющимися результатами прямых измерений. Сравнение свидетельствует о корректности полученного решения.

В четвертой главе моделируется процесс разрушения пористой керамики, начинающийся с появления и развития микротрещин под воздействием температурных и механических факторов. Моделирование выполняется методом конечных элементов с использованием традиционных для этой проблемы процедур пошагового нагружения и выбывания элементов, в которых достигнуто предельное состояние в соответствии с выбранным критерием прочности.

Замечание по главе. Автору следовало уделить больше внимания геометрически нелинейным факторам, играющим существенную роль в обсуждаемом процессе.

В пятой главе работы на основе более чем шестисот численных экспериментов проверяются и уточняются эмпирические зависимости, позволяющие определять необходимые макроскопические характеристика пористых керамических материалов, в форме, удобной для практической работы с этими материалами.

Замечание по главе. Количество численных экспериментов можно было бы сократить без потери точности результатов и при этом придать исследованию изящество и строгость, если воспользоваться идеологией и методами теории планирования экспериментов.

Общая оценка работы.

Актуальность проблемы. Активное использование пористых керамик в системах очистки выхлопных газов на автомобильном транспорте в современных экологических условиях определяет несомненную актуальность выполненного исследования.

Научная новизна диссертационной работы состоит в удачном сочетании методов численного моделирования характеристик пористых керамик с методами неразрушающего контроля их фактического состояния.

Методы исследования соответствуют поставленной задаче: строятся математические и численные модели деформирования и разрушения керамических систем.

Практическая значимость. Проверены и уточнены эмпирические зависимости, определяющие характеристики пористых керамик.

Результаты работы с необходимой полнотой опубликованы в 7 статьях, из которых 3 статьи в зарубежных изданиях из перечня Scopus, и 2 статьи в российских журналах рекомендованных Перечнем ВАК РФ. Автореферат отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа удовлетворяет требования ВАК РФ, ее автор А.Н. Левандовский заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент

Д.т.н., профессор



А.С. Федоров.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» (СПбГМТУ)

Подпись И.С. Петрова заверяю.

Зам. Начальник отдела кадров М.Е. Брадильникова
22.02.2012 г.

