

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
Дальневосточного отделения
Российской академии наук
(ИПМ ДВО РАН)

690041 г. Владивосток, ул. Радио, 7

Тел. (423) 2313-330

Факс (423) 2311-856

E-mail: admin@iam.dvo.ru

ОКПО 02703651, ОГРН 1022502129319

ИНН 2539007680; КПП 253901001;

В совет Д 002.075.01

26.05.2020 №203 - 59

На _____ от _____

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Вильчевской Елены Никитичны
«Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся
микроструктуры материала», представленной на соискание научной степени
доктора физики-математических наук по научной специальности
01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела**

В механике деформируемого твердого тела направление исследований по изучению свойств материалов на различных иерархических уровнях является актуальным как для решения различных инженерных задач, так и дальнейшего укрепления фундаментальных оснований механики. Необходимость в последнем связана с существующей незавершенностью некоторых теоретических построений и диссертационная работа Вильчевской Е.Н. выполнена по актуальной теме: она посвящена моделированию изменяющейся в процессе деформирования микроструктуры сплошной среды. Параметризация структуры выполнена с помощью введения дополнительных переменных, тип которых зависит от масштабного уровня построения модели, информации о микроструктуре материала и ее реакции на внешние и внутренние термомеханические воздействия. Балансовые и определяющие соотношения предложенных моделей формулируются для открытых систем, а осреднение

выполняется для количества движения и динамического спина исходных микрочастиц.

Разработанный подход используется при решении задач, возникающих при моделировании процессов деформирования упруго-вязких и гранулированных сред с микроструктурой, химических реакций и фазовых превращений, дано сравнение полученных в диссертации результатов с известными в научной литературе.

В диссертации применены апробированные математические методы, поэтому достоверность и обоснованность выводов работы не вызывает сомнений. Результаты диссертации являются новыми. Диссертационное исследование выполнено на высоком научном уровне, автор имеет достойное для защиты количество публикаций, отражающих основные положения и результаты работы.

Судя по автореферату, диссертационная работа «Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся микроструктуры материала» представляет собой самостоятельное завершённое научное исследование и соответствует заявленной специальности и требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям по физико-математическим наукам, а ее автор Вильчевская Елена Никитична заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Директор ИПМ ДВО РАН
академик



Гузев М.А.

26 мая 2020г.

Россия, 690041, г.Владивосток, ул.Радио, 7,

Телефон: +7(423)2311856, E-mail: guzev@iam.dvo.ru

ОТЗЫВ

об автореферате диссертации **Вильчевской Елены Никитичны**
«Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся
микроструктуры материала», представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности
01.02.04 – механика деформируемого твердого тела

Диссертация посвящена развитию механики обобщенных континуумов и включает в себя результаты построения и исследования математических моделей твердых тел, учитывающих микроструктурные особенности материалов и такие физико-химические процессы, как фазовые переходы, структурные превращения и химические реакции, возникающие при деформировании материалов и конструкций и оказывающие существенное влияние на их деформационно-прочностные свойства.

Диссертационное исследование выполнено на высоком научном уровне, автор имеет достаточное количество публикаций, в которых отражены основные защищаемые положения и разработки диссертанта.

Диссертационная работа «Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся микроструктуры материала» представляет собой самостоятельное, завершенное исследование, соответствует заявленной специальности и требованиям, предъявляемым ВАК РФ к содержанию подобного типа работ, имеет теоретическую и практическую значимость, содержит научную новизну, а ее автор, Вильчевская Елена Никитична, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Доктор физико-математических наук
(по специальности 01.02.04 –
механика деформируемого твердого
тела), профессор, директор Института
проблем машиностроения РАН –
филиала ФГБНУ «Федеральный
исследовательский центр Институт
прикладной физики Российской
академии наук»



Ерофеев Владимир Иванович

Россия, 603024, г. Нижний Новгород, ул. Белинского, д. 85, ИПМ РАН.

Тел.: (831) 432-05-76. E-mail: erof.vi@yandex.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вильчевской Елены Никитичны
«Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся
микроструктуры материала»,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Учет микроструктуры материала является важным требованием к современным моделям механики сплошной среды, используемым как для анализа новых функциональных материалов, так и для корректного математического описания процессов, происходящих в телах и конструкциях на микро- и мезоуровнях. Расширение возможностей континуальной механики и термодинамики, являющихся безусловными фундаментом и базисом современного математического моделирования, на новый класс явлений и процессов требуют аккуратной, корректной и вместе с тем активной работы по построению новых моделей и учету дополнительных параметров в уже существующих определяющих соотношениях. Сказанным определяется **актуальность** диссертации Е.Н.Вильчевской, посвященной разработке таких математических моделей механики сплошных сред, которые учитывают микроструктурные особенности материалов, могут служить для описания микроструктурных процессов физико-химической природы, возникающих при деформировании тел, и позволяют определять влияние микроструктуры и ее особенностей на интегральные деформационно-прочностные свойства материала.

Основная **научная новизна** проведенных исследований связана, прежде всего, с решением сформулированной автором общей задачи разработки нового подхода к описанию микроструктуры, которая в построенных моделях не является чем-то априори заданным и неизменным, а способна учитывать и адекватно реагировать на внешние воздействия и происходящие на разных уровнях процессы. Обоснованное введение в классические модели механики сплошной среды микроструктурных параметров, способных эволюционировать, позволило существенно расширить область применения этих моделей. Удалось, в частности, решить целый ряд интересных задач о фазовых переходах и распространении фронта химической реакции в деформируемых телах. В рамках пространственного описания развита теория микрополярных сред со структурными изменениями; предложена оригинальная методика определения инерционных и кинематических характеристик контрольных объемов, играющих роль макрочастиц. В то же время, решение основной задачи работы основывается на целом ряде новых результатов, полученных для микроструктуры с фиксированными параметрами. К их числу относится вывод эффективных свойств изотропных и трансверсально-изотропных материалов с включениями различного вида, определение зависимости эффективной текучести неоднородного материала от размера включений, построение параметров вязкоупругих материалов в зависимости от формы и ориентации микроструктурных элементов.

Несмотря на то, что диссертация носит теоретический характер, автору удалось не только четко определить важность полученных результатов для дальнейшего развития теории сред с микро-неоднородностями и дефектами различной природы, но и убедительно продемонстрировать **практическую значимость** проведенных исследований примерами применения разработанных моделей и методик к решению конкретных задач, в том числе носящих технологический характер. Следует подчеркнуть, что работа дает ясное представление о широком кругозоре ее автора,

позволившем разрабатывать и успешно применять математические модели для описания весьма разнообразного круга физико-механических и даже химических явлений и процессов.

Автореферат дает полное представление о выполненной работе и полученных результатах, в том числе об их апробации – широкой представленности на научных конференциях и большом количестве публикаций в ведущих российских и зарубежных научных журналах.

По автореферату имеется следующее замечание.

В настоящее время практические задачи математического моделирования в целом и в области механики твердого деформируемого тела, в частности, опираются на использование вычислительных пакетов. Представляет несомненный интерес анализ возможностей использования или добавления разработанных в диссертационном исследовании моделей в такие пакеты, например, основанные на методе конечных элементов. Это может повысить точность и адекватность моделирования многих явлений, происходящих в неоднородных телах сложной формы, а кроме того позволит решать различные задачи, связанные с определением параметров построенных моделей для конкретных сред. Конечно, перенос разработанных моделей в МКЭ-пакеты представляет собой отдельную самостоятельную задачу, поэтому данное замечание относится не столько к самой диссертации, сколько к перспективам развития и использования ее результатов, и не влияет на общую, безусловно положительную, оценку работы.

Считаю, что работа Вильчевской Елены Никитичны «Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся микроструктуры материала» представляет выполненное на высоком уровне законченное исследование, содержащее новые научные результаты, достоверность которых не вызывает сомнения. По актуальности, объему материала, научной и практической значимости работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор, Е.Н.Вильчевская, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела

Директор Института математики, механики
и компьютерных наук им. И.И.Воровича
Южного федерального университета,
доктор физико-математических наук, доцент

344006, Ростов-на-Дону,
ул. Большая Садовая, 105/42
Тел. (863) 2975111
e-mail: karyakin@sfedu.ru

Карякин
Михаил
Игорьевич



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Вильчевской Елены Никитичны**
«Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся микроструктуры материала», представленной на соискание научной степени доктора физико-математических наук по научной специальности
01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Диссертационная работа Вильчевской Е.Н. имеет явно выраженный теоретический характер, но в то же время направлена на решение задач, имеющих сугубо практическое значение в материаловедении. К их числу хотелось бы отнести, в первую очередь, круг проблем, связанных с экспериментально подтверждаемыми процессами фазовых переходов в широко используемых конструкционных сталях с ГЦК-решетками с образованием способных к охрупчиванию ОЦК-структур при таких воздействиях как пластические деформации, динамические нагрузки, радиационные повреждения. Практическую значимость имеют материалы с т.н. «сверхпластичностью», в которых фазовые переходы реализуются при определенных видах напряженного состояния. Детальные изучения коррозионных процессов также указывают на необходимость более глубокого понимания связи химических потенциалов реакций «металл – среда» с параметрами напряженно-деформированного состояния. Вследствие этого следует считать, что поставленные автором задачи развития методов механики деформируемого твердого тел с изменяющейся при внешних воздействиях микроструктурой крайне актуальным направлением исследований.

Автор уделяет особое внимание моделям, связанным с внутренними структурными перестройками, происходящими в материале под влиянием различных внешних термомеханических воздействий. Математическое моделирование фазовых превращений и химических реакций в неупругих средах сталкивается с рядом объективных трудностей, связанных с нарушениями сплошности среды, объединением и распадом частиц. Разработанные автором новые модели и методы гомогенизации, основанные на рассмотрении открытых систем, позволяют для класса сплошных сред с изменяющейся внутренней структурой преодолеть вышеперечисленные проблемы, а полученные результаты имеют очевидные приложения в механохимии, механике горных пород и биомеханике.

Предложенный в диссертационной работе подход к учету микроструктуры материала основан на введении в рассмотрение дополнительных внутренних параметров, эволюция которых определяется балансовыми соотношениями с источниковыми членами. Тип введенных параметров зависит от иерархического уровня модели, имеющейся информации о внутренней микроструктуре и ее реакции на внешние и внутренние термомеханические процессы. Работоспособность предложенных моделей продемонстрирована на решении ряда конкретных задач. Все результаты получены с использованием строгих математических методов, проверенных численных алгоритмах и их достоверность не вызывает сомнений. Представленные в автореферате диссертации результаты являются в достаточной степени обоснованными, имеют явную научную новизну, и достаточно полно отражены в публикациях соискателя.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1. По рисунку 1: не указано, что за величина указана по оси ординат –по-видимому, отношение коэффициентов теплопроводности? Хотелось бы также понять, каким образом расчет МКЭ, используемый для верификации модели, учитывает теплопередачу через систему трещин.
2. В третьей главе диссертации явно вводится в рассмотрение граница раздела материалов с разными механическими свойствами. Как будут моделироваться подобная ситуация в предложенных во второй и четвертой главах подходах, в которых все уравнения записаны для регулярных точек.
3. На рис. 3 обозначения на рисунке не соответствуют параметрам, используемым в тексте.
4. На каких границах и для каких переменных должны задаваться граничные условия в 4 главе?

На основе выполненной автором работы хотелось бы также оценить перспективы дальнейшего развития моделей фазовых превращений с учетом основного, по крайней мере, для металловедения, момента: обычного наличия определенных ориентационных соотношений между кристаллическими решетками старой и новой фаз.

Однако, указанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы в целом.

Судя по автореферату, диссертация Вильчевской Е.Н. представляет собой завершенное научное исследование, решающее важную научную проблему, и соответствует паспорту специальности 01.02.04. Считаю, что работа отвечает всем требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям по физико-математическим наукам, а ее автор Вильчевская Елена Никитична заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Заместитель Генерального директора

НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей»

доктор технических наук, доцент

Сведения о составителе отзыва на автореферат

Ильин Алексей Витальевич

Национальный Исследовательский центр «Курчатовский институт» - Центральный Научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени

И.В.Горынина

191015, Россия, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная д.49

Телефон: (812) 274-18-22

Адрес электронной почты: nrk3@crism.ru



 Ильин А.В.
29.05.20.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вильчевской Елены Никитичны «Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся микроструктуры материала», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела

Диссертационная работа производит очень хорошее впечатление. Автор работы Вильчевская Е.Н. великолепно владеет математическим аппаратом термомеханики сложных сред, работающих в условиях конечных деформаций. В работе предложены принципиально новые подходы к построению определяющих уравнений сред с изменяемой микроструктурой. Причиной изменения структуры материала могут быть фазовые переходы, химические реакции, рост поврежденности и так далее. Новый, предложенный в работе взгляд на моделирование термомеханического поведения материала с учетом микроструктуры, может стать новым направлением в науке. Научная новизна в работе очевидна.

Общая теория сред с изменяемой структурой материала представляет большой интерес для фундаментальной науки. Но работа имеет также большое значение не только в теоретической области, но и представляет несомненную практическую значимость. Материалы с фазовыми превращениями в структуре широко применяются в промышленности. Особенно важно учитывать эти процессы в полимерных материалах. Структурные превращения при химических реакциях необходимо анализировать в технологических процессах включая современное направление науки, связанное с нанотехнологиями. Несмотря на востребованность соответствующих математических моделей в настоящее время они недостаточно развиты. Диссертационная работа Вильчевской Е.Н. является шагом в восполнении недостающего математического аппарата.

Достоверностью полученных результатов не вызывает сомнений. В работе аккуратно формулируются основные физические законы. Результаты получаются в качестве следствий при проведении необходимых выкладок. Все сделано строго на основании точно сформулированных посылок.

При прочтении автореферата возникло к работе следующее **замечание**. По закону неубывающей сложности успешное решение проблем на одном этапе

неизбежно приводит к усложнению в другом фрагменте модели. Мне не ясно, например, как в рамках предложенной теории задать внутреннюю энергию и энтропию натурального каучука, которые относятся к одной частице? Частицами являются кристаллиты. Это абсолютно твердые образования. Их количество и размеры увеличивается при увеличении нагрузки и уменьшаются при снятии нагрузки.

Диссертационная работа Вильчевской Елены Никитичны «Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся микроструктуры материала» соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к докторским диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела, а ее автор Вильчевская Елена Никитична, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Заведующий лабораторией микромеханики
структурно-неоднородных сред ИМСС УрО РАН

д. ф.-м. н. (01.02.04), с.н.с.

Свистков Александр Львович

25 мая 2020 г.

Свистков

Служебный адрес: 614013, г. Пермь, ул. Акад. Королёва, д.1, Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук (ИМСС УрО РАН) — филиал ФГБУН Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН.

Служебный телефон: +7(342)2378398 E-mail: svistkov@icmm.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вильчевской Елены Никитичны
«Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся
микроструктуры материала», представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности
01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Природные и искусственные материалы (металлы, пластмассы, композиты, горные породы, многофазные микронеоднородные жидкости), также многие геологические объекты можно рассматривать как сложнопостроенные среды, на различном масштабном уровне обладающие стохастической, иногда иерархической, структурой, что необходимо учитывать при исследовании воздействий различной физической природы на такие объекты. Математическое моделирование фазовых и структурных превращений, деформирования и разрушения последних сталкивается с рядом объективных факторов (различие линейных размеров микронеоднородностей, контрастность механических и химических свойств), обуславливающих методологические и вычислительные трудности. Разработанные автором новые методы гомогенизации позволяют для класса сплошных сред с изменяющейся внутренней структурой преодолеть некоторые из этих трудностей, а полученные результаты имеют очевидные приложения в механохимии, гидродинамике подземных резервуаров и механике горных пород. Перечисленные обстоятельства определяют актуальность темы диссертации.

Идея работы состоит в описании изменяющейся в процессе деформирования микроструктуры сплошной среды с помощью введения дополнительных (скалярных, векторных, тензорных) переменных и замыкании полученной системы уравнений посредством введения макроскопических балансовых соотношений, структура которых зависит от вида исследуемого материала и термодинамических условий. Такой подход реализован для различных задач, возникающих при моделировании: процессов деформирования и разрушения упруговязкопластичных и гранулированных сред с микроструктурой; механохимических и фазовых превращений в гетерогенных средах при внешних воздействиях различной физической природы. Для каждой задачи проводилось аналитическое исследование системы определяющих уравнений, позволившее выявить интегральные закономерности исследуемого процесса, которые затем использовались для контроля точности при численном моделировании.

Все полученные в диссертации результаты являются новыми, среди них следует отметить созданную модель фазовых превращений в среде с микровключениями при термомеханических воздействиях, которая может быть использована при разработке технологий паротепловых методов добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов.

Замечание. Практически любой метод гомогенизации либо постулирует пространственную периодичность свойств и структуры исследуемой среды на различных масштабных уровнях, либо предполагает известным закон распределения этих свойств. Если для искусственных материалов такие гипотезы логичны, то горные породы, коллекторы углеводородов и заполняющие их флюиды имеют стохастическое строение. Насколько “чувствителен” предложенный в диссертации подход к вариации начальной конфигурации исследуемой среды?

Диссертация Вильчевской Е.Н. представляет собой выполненное на актуальную тему завершенное исследование, в котором решена крупная научная проблема создания методов моделирования гетерогенных сред, соответствует паспорту специальности 01.02.04. Считаю, что работа отвечает всем требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям по физико-математическим наукам, а соискатель - Вильчевская Елена Никитична заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Сведения о составителе отзыва.

Назарова Лариса Алексеевна

Почтовый адрес: 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 54

Телефон: 89132065867

Адрес электронной почты: lanazarova@ngs.ru

Организация: ФГБУН Институт горного дела им. Н.А.Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук

Должность: главный научный сотрудник лаборатории Горной информатики

Ученая степень: доктор физико-математических наук (специальность, по которой защищена докторская диссертация 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела)

Доктор физ.-мат. наук

Назарова Л.А.

19 мая 2020 г.

Подпись д.ф.-м.н. Л.А. Назаровой удостоверяю.
Ученый секретарь ИГД СО РАН, к.т.н.

А.П.Хмелинин



ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Вильчевской Елены Никитичны
«Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся
микроструктуры материала», представленной на соискание научной степени доктора
физики-математических наук по научной специальности
01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела**

Механику сред с микроструктурой можно без всякого сомнения считать «вечно зеленой» областью физики и механики твердого тела, что объясняется как появлением новых материалов, так и все возрастающими требованиями к расчету прочности и выносливости элементов конструкций, изготовленных из таких материалов. В этой связи можно упомянуть новый класс композитов, так называемых метаматериалов, свойства которых существенно определяются именно их микроструктурой, и на которые возлагаются большие надежды в современной механике материалов.

Диссертационная работа Е.Н. Вильчевской как раз и посвящена механике материалов с микроструктурой, и, с учетом вышесказанного, ее актуальность не вызывает сомнений. Работа содержит ряд новых интересных результатов, среди которых следует упомянуть развитие теории эффективных свойств материалов с включениями, порами и трещинами, модели сред с фазами превращениями, а также описание сред с меняющейся во времени микроструктурой. Последние результаты представляются наиболее интересными и в определенной степени перекликаются с результатами Эрингена в области описания эволюции тензора микроинерции в микрополярных и микроморфных средах и теории динамически активных материалов К.А. Лурье.

К сожалению, автореферат не свободен от замечаний. Так, после (28) автор пишет, что изменение отсчетного тензора инерции связано с трансляционными перемещениями. Казалось бы, что эти изменения могут проистекать также из вращательных движений. Также автореферат содержит ряд опечаток и стилистических неточностей. Например, следовало бы написать «в работах Левитаса» (стр. 3), фраза «осредненный геометрический тензор инерции сходен с эффективным включением» звучит странно (стр. 28), «Л.О.

Качанов» или все-таки «Л.М.Качанов» (стр. 3), и др. Можно было бы упомянуть и братьев Коссера как основоположников механики микрополярных сред. Тем не менее, сделанные замечания не умаляют существа работы и ее значения.

Диссертационная работа «Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся микроструктуры материала» представляет собой самостоятельное завершённое научное исследование и соответствует заявленной специальности и требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям по физико-математическим наукам, а ее автор Вильчевская Елена Никитична заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Д.ф.-м.н., доцент

02/06/2020

Dr. hab. Victor Eremeev, profesor uczelni.

Faculty of Civil and Environmental Engineering,
Gdansk University of Technology,
ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdansk, Poland
Телефон: +48 58 3471422, E-mail: vicereme@pg.edu.pl


POLITECHNIKA GDAŃSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ I ŚRODOWISKA
Katedra Wytrzymałości Materiałów
Еремеев Виктор Анатольевич
tel. 58 347 18 91, faks 58 347 20 44
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
NIP 584-040-35-93 KREGON 000001620

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вильчевской Елены Никитичны
«Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся
микроструктуры материала», представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности
01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Диссертационная работа Вильчевской Е.Н. посвящена моделированию материалов, обладающих внутренней микроструктурой, меняющейся под влиянием различных термомеханических воздействий. Механика микронеоднородных сред является активно развивающейся отраслью знаний с точки зрения построения ее теоретических основ, экспериментальных исследований или практических приложений. Полученные в диссертации результаты могут быть применены к широкому классу задач из различных разделов механики сплошных сред, таких как определение деформационно-прочностных свойств сплошных и порошковых сред, моделирование фазовых переходов и химических реакций в деформируемых телах, а также для разработки эффективных методов расчета процессов нелинейного деформирования современных материалов и конструкций с учетом изменяющейся под нагрузкой микроструктурой.

В рамках механики и термодинамики континуума разработан новый аналитический подход к учету микроструктуры материала, основанный на введении в рассмотрение дополнительных внутренних переменных, эволюция которых определяется балансовыми соотношениями с источниковыми членами. Для замыкания получившейся системы уравнений применяется предложенный П.А. Жилиным метод, основанный на приведённом уравнении баланса энергии. Отличительной особенностью предложенных моделей является формулировка балансовых и определяющих соотношений при пространственном описании открытых систем, что позволяет в рамках единого подхода включить в рассмотрение процессы, связанные с консолидацией или распадом частиц. Все результаты получены с использованием строгих математических методов и их достоверность не вызывает сомнений. Результаты диссертации являются в достаточной степени обоснованными и новыми.

Результаты проведенных исследований неоднократно докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях. Основные положения и результаты диссертационной работы в достаточной мере отражены в публикациях соискателя.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания: 1. В автореферате не обсуждается специфика задания граничных условий в рамках пространственного описания; 2. В формуле (22) приведено обозначение величины g , которая не входит ни в одну формулу автореферата.

Однако, указанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы в целом.

Диссертация Вильчевской Е.Н. представляет собой завершённое научное исследование и соответствует паспорту специальности 01.02.04. Считаю, что работа отвечает всем требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям по физико-математическим наукам, а ее автор Вильчевская Елена Никитична заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Профессор, доктор технических наук (01.02.04),
профессор Высшей школы промышленно-
гражданского и дорожного строительства



Лалин В.В.

Подпись Лалина В.В. заверяю

Должность



Сведения о составителе отзыва на автореферат

ФИО: Лалин Владимир Владимирович

Организация: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Почтовый адрес: 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Телефон: +79213199878

Адрес электронной почты: vllalin@yandex.ru

ОТЗЫВ

на автореферат и диссертацию Вильчевской Елены Никитичны «Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся микроструктуры материала», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

Работа посвящена формированию комплекса математических моделей деформирования тел с учетом многих сложных процессов и явлений, а именно деформации с учетом микроструктурных особенностей материалов, процессов физико-химической природы, фазовых переходов, структурных превращений, химических реакций, взаимодействия с полями различной природы. В качестве основного подхода моделирования используется механика сплошных сред. Основу научной новизны составляет аналитический подход к учету микроструктуры материалов. Результаты диссертации обсуждались на многих международных и всероссийских конференциях. Публикации автора представляют интерес для научного сообщества, что подтверждается количеством цитирований статей в российских и международных изданиях.

Автором проделана большая научная работа, результаты которой аккуратно систематизированы и представлены в диссертации. При изучении материалов диссертации возникли следующие пожелания и вопросы.

1. Более подробный список обозначений с перечнем операторов и тензорных операций мог бы существенно облегчить понимание материалов диссертации.
2. Не вполне понятна возможность практического применения разработанных математических моделей, а именно: какие испытания материалов необходимо проводить, каким образом извлекать из результатов испытаний нужные характеристики свойств, будут ли эти характеристики инвариантны к виду напряженно-деформированного состояния?
3. Результаты экспериментальных исследований представлены в крайне сжатой форме (например, рис. 1.13 на стр. 58, рис. 1.20 на стр. 84), по тексту диссертации отсутствует описание условий эксперимента и порядка обработки его данных, даются лишь ссылки на первоисточники.

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Вильчевской Елены Никитичны
«Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся
микроструктуры материала», представленной на соискание ученой
степени доктора физико-математических наук по научной специальности
01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела**

Тема диссертации весьма современна и актуальна, посвящена исследованию новых функциональных материалов, обладающих внутренней микроструктурой. Возникла научная проблема разработки моделей механики сплошных сред, которые учитывали бы влияние микроструктурных процессов на деформационно-прочностные свойства при деформации таких материалов под воздействием внешних разрушающих факторов.

Задачи, поставленные автором работы, решаются с помощью апробированных математических методов решения, численных алгоритмов, тензорного исчисления. Имеется высокая сходимость результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Представленные в автореферате научная новизна и практическая значимость выполненных исследований соответствуют поставленным цели и задачам и базируются на результатах научно обоснованного описания структурных превращений в материале в зависимости от внешних и внутренних термомеханических воздействий; моделирования структурных превращений в материале введением дополнительных параметров состояния; учета влияния механических напряжений на скорость протекания химических реакций и их влияния на возникновение внутренних напряжений.

Результаты проведенных исследований неоднократно докладывались и обсуждались на международных и всероссийских научных конференциях. На различных этапах диссертация поддерживалась грантами РФФИ и др.

Основные положения диссертации отражены автором в 42 научных работах, из них - 28 научных статей опубликованы в изданиях, входящих в зарубежные аналитические базы данных «Scopus» и «Web of Science».

По автореферату имеются замечания:

1. Осталось неясным, какие допущения приняты автором при моделировании процесса измельчения гранулированного материала.

2. Не указано, в производственный процесс каких предприятий и в учебных процесс каких организаций внедрены результаты исследования.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку диссертации в целом.

Диссертация «Построение моделей механики сплошных сред с учетом изменяющейся микроструктуры материала» соответствует требованиям п. 9

«Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Вильчевская Елена Никитична, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 01.02.04 - Механика деформируемого твердого тела.

Д-р техн. наук по специальности
05.05.04 «Дорожные, строительные и
подъемно-транспортные машины»,
профессор, профессор кафедры
«Эксплуатация и сервис транспортно-
технологических машин и комплексов
в строительстве» ФГБОУ ВО
«Сибирский государственный
автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»

Кузнецова
Виктория Николаевна

19.05.2020 г.

Адрес: 644080, Россия, г. Омск, проспект Мира, 50 ФГБОУ ВО СибАДИ.
Телефон: (3812) 65-07-66.
e-mail: dissovetsibadi@bk.ru

