

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Пантелеева Ивана Алексеевича

**«Деформирование горных пород и геосред:  
анализ развития анизотропной поврежденности и локализации деформации»,**  
представленной на соискание ученой степени  
доктора физико-математических наук по специальности  
1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела

Обеспечение безопасности ведения горных работ, повышение эффективности новых методов добычи и извлечения полезных ископаемых, проектирование и эксплуатация подземных хранилищ, обеспечение их экологической безопасности основывается на создании цифровых двойников горнотехнических систем и процессов. Разработка соответствующих моделей требует расширения представлений о механизмах и закономерностях деформирования горных пород при сложных нагружениях. Для этого необходимо проведение экспериментальных и теоретических фундаментальных исследований. Эти обстоятельства делают заявленную в названии диссертации тему исследования **актуальной**.

Автор вполне обоснованно подошел к решению сложной проблемы путем создания, реализации и верификации математических моделей. Реализованный в работе подход основан на сочетании вычислительного и натурального физического эксперимента.

Работа выполнена на основе анализа разработанных и/или модифицированных теоретических моделей, что делает получаемые результаты **достоверными** и представляющими собой большой **практический и теоретический** интерес. Теоретическая значимость работы заключается в развитии моделей деформируемого твердого тела, учитывающих анизотропию упругих свойств, связанной с поврежденностью. Получены новые экспериментальные результаты изучения деформационного поведения горных пород при циклическом непропорциональном трехосном сжатии. Результаты изучения форм локализации деформации в горных породах и экспериментальное наблюдение «медленных» деформационных волн в модели континентальной литосферы открывают новые возможности для исследования данного класса явлений и уточнения существующих теоретических моделей.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанных моделей для исследования горнотехнических процессов, в которых анизотропный характер уплотнения и накопления поврежденности является ключевым фактором, обуславливающим вариацию механических и прочностных свойств, анизотропию проницаемости, теплопроводности и электропроводности. Предложенная и апробированная методика определения микромеханизмов деформирования и разрушения хрупких пород на основе восстановления компонент тензора сейсмического момента событий акустической эмиссии может быть использована как новый инструмент для контроля отдельных элементов шахтных полей при локальном геоакустическом мониторинге.

Результаты работы, судя по списку публикаций, хорошо известны научной общественности.

**Замечание по автореферату**

Во введении постулируется, что актуальность работы основана на необходимости исследования геомеханических процессов в окрестности таких объектов, как отработанные шахтные поля, коллекторы нефти и газа в качестве временных хранилищ полезных ископаемых и герметичных резервуаров для захоронения отходов различного типа, подземные хранилища. В работе исследованы процессы, развивающиеся в лабораторных образцах, и получены результаты, подтверждающие адекватность разработанных математических моделей. Однако обсуждение масштабного эффекта, неизбежного при перенесении лабораторных исследований на упомянутые объекты больших размеров, в работе не проведено.

Отмеченное замечание носит рекомендательный характер и не влияет на суть выводов и защищаемых положений, а также на общую высокую оценку работы. Тема исследования соответствует шифру специальности 1.1.8.

Судя по автореферату, диссертация представляет собой завершённое исследование, выполненное на высоком научном уровне и доведенное до практических приложений. Считаем, что работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ П. 9 «Положения о присвоении ученых степеней ВАК Минобрнауки РФ», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела, а ее автор, Пантелеев Иван Алексеевич, заслуживает присуждения ему соответствующей ученой степени.

Даем свое согласие на обработку персональных данных и включение их в аттестационное дело Пантелеева Ивана Алексеевича.

Заведующий кафедрой механики и графики  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования Томский государственный  
университет систем управления и  
радиоэлектроники

доктор технических наук (01.02.04 – Механика  
деформируемого твердого тела), профессор  
Профессор Отделения материаловедения  
Инженерной школы новых производственных  
технологий Федерального государственного  
автономного образовательного учреждения  
высшего образования Национальный  
исследовательский Томский политехнический  
университет.

доктор технических наук (01.02.04 – Механика  
деформируемого твердого тела), профессор,  
профессор РАН

Борис Александрович Люкшин

Сергей Викторович Панин

Дата написания отзыва (29) 09 2022 г.

Подписи Люкшина Б.А. и Панина С.В. заверяю  
Ученый секретарь



Е.В. Прокопчук