

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ПАНТЕЛЕЕВА Ивана Алексеевича «ДЕФОРМИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И ГЕОСРЕД: АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ АНИЗОТРОПНОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИИ», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Диссертационная работа нацелена на исследование ориентаций и механизмов микротрещин при подготовке разрушения хрупкого твёрдого тела, выявление маркеров (признаков) неоднородности микроструктуры материала и связанной изменчивости локального напряженно-деформированного состояния среды. Цели работы достигаются на основе тщательно проработанной экспериментальной верификации выдвинутых автором положений, построения теоретической модели деформирования твёрдого тела с учётом тензорного ориентационного характера поврежденности нагружаемого материала и комплексной интерпретации полученных данных. Это полностью отвечает актуальной задаче оценки структуры и изменчивости порово-трещинного пространства массивов горных пород, что может быть использовано для выявления потенциально неустойчивых зон, прогнозной оценки несущих свойств породы и практически важно в задачах расчёта природных напряжений на территориях с инженерными объектами высокой ответственности.

Научные идеи диссертации отталкиваются от представлений о закономерном изменении форм локализации деформации в нагружаемом твёрдом теле, возможности восстановления механизмов очагов микроразрушений и выявления закономерностей проявления эффекта Кайзера при изменении эллипсоида приложенных напряжений.

Диссертантом получены новые, интересные результаты, имеющие безусловно фундаментальное и прикладное значение.

Выделим лишь несколько ключевых моментов работы.

1. Детально исследована эволюция процесса деформирования образца горной породы (на примере сильвинита) с использованием цифровых изображений боковой поверхности нагружаемого образца и показано, что этот процесс реализуется последовательно в виде системы эквидистантно расположенных стационарных очагов локализованной деформации и одиночной локализованной структуры. Материал вне полос локализованной деформации находится в недеформированном состоянии,

причём в результате одноосного квазистатического растяжения могут наблюдаться как полосы локализованной деформации растяжения, так и сжатия. Это важное экспериментальное подтверждение одного из положений гипотезы ЛНТ, упоминаемой автором, о разделении нагружаемой среды на области с различными механическими свойствами и миграции границы между этими областями. Заметим, что в этой части работы было бы уместно при обсуждении упомянуть данные опытов H. Spetzler и др. по анализу изменения рельефа грани пластичной породы пиррофиллита при двухосном нагружении с использованием лазерной интерферометрии, которые не противоречат полученным автором результатам (Surface deformation, crack formation, and acoustic velocity changes in pyrophyllite under polyaxial loading. Hartmut A. Spetzler, Gennady A. Sobolev, Carl H. Sondergeld et al. JGR Solid Earth, v. 86, B2, 10 February 1991, 1070-1080).

2. Разработана научная основа, методика и техника проведения оригинальных экспериментов, что позволило развить метод определения механизмов источников акустической эмиссии, основанный на нахождении и уточнении компонент тензора сейсмического момента, применяемый в сейсмологии. В этой части были решены важные задачи, связанные апробацией предложенного трехстадийного алгоритма, который позволил получать устойчивые решения механизмов событий акустической эмиссии. Автор применил строгий классический подход, начиная с определения понятия тензора момента и выражения смещений в волне через тензор момента и далее использовал регуляризацию при решении обратной задачи, которая сводит ее к решению системы линейных уравнений. Может быть, тут стоило бы привести отличия применённого подхода от метода HybridMT (G. Kwiatek).

Впечатляет тщательность и продуманность поставленных экспериментов, в результате которых в основном решены методические и технологические задачи измерения характеристик измерительных трактов, абсолютной калибровки акустических датчиков, и определения механизмов очагов акустической эмиссии. Можно констатировать, что поставленные автором задачи решены на уровне лучших зарубежных лабораторий (D. Lockner, G. McLaskey, R. Young). Тем не менее, по-видимому, вопрос об улучшении определения устойчивых решений механизмов АЭ существует, поскольку остаются «сложно интерпретируемые с механической точки зрения» события (рис.2.2.

автореферата). Причины такой неопределённости вполне естественны — это и ошибки локации, и шумовые компоненты, и, возможно, недостаточно жёсткая отбраковка сигналов. Эти трудности стоило бы подробнее отразить в автореферате.

3. Полно и содержательно исследованы особенности эффекта Кайзера в условиях цикловых программ непропорционального сжатия с изменением формы, размеров и ориентации эллипсоида приложенных напряжений и изменяющимся уровнем девиаторных напряжений. Такие условия могут наблюдаться в природно-техногенных системах (вулканы, ПХГ и т. п.). Показано, что основным механизмом проявления эффекта памяти повреждений в каждом определённо ориентированном ансамбле трещин является развитие микротрещин нормального отрыва, субнормальных к направлению минимального главного напряжения. Выявлена независимость эффекта Кайзера от уровня интенсивности касательных напряжений, действующих на образец.

4. Четко сформулированы все 7 основных результатов работы. Автор собрал, систематизировал, критически осмыслил и развил представления о современном состоянии проблемы по опубликованным публикациям, число которых в списке литературы впечатляет - 564 (!). Можно ожидать, что диссертация явится весьма востребованным трудом для всех, кто работает в области геомеханики и процессов разрушения горных пород.

Автореферат написан ясным и строгим языком, без стилистических и грамматических помарок, прекрасно иллюстрирован. Каждая глава разбита на разделы и предваряется аннотацией, что очень помогает в оценке работы.

В целом, представленная диссертация, бесспорно, представляет собой глубокую и крупную работу, отвечающую приоритетным направлениям Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Достоверность защищаемых положений, их научная новизна, фундаментальность исследования и прикладная значимость результатов не вызывают сомнений.

Судя по автореферату, диссертационная работа ПАНТЕЛЕЕВА Ивана Алексеевича «ДЕФОРМИРОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И ГЕОСРЕД: АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ АНИЗОТРОПНОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИИ», соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных» предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, ПАНТЕЛЕЕВ

Иван Алексеевич заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Пономарев Александр Вениаминович,
доктор физико-математических наук,
руководитель научного направления «Физика сейсмического процесса и горных пород» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта Российской академии наук,
123242, Москва. Б. Грузинская ул., д.10, стр.1.
тел.: +7 (499)766-26–56.
e-mail: avp@ifz.ru.

Александр Вениаминович Пономарев

Я, Пономарев Александр Вениаминович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.
19 сентября 2022 г.

Подпись Александра Вениаминовича Пономарева заверяю
Учёный секретарь ИФЗ РАН, к.ф.-м.н. Лиходеев Д.В.

