

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

Диссертационная работа Пантелеева И.А. посвящена выявлению физических механизмов и закономерностей деформирования горных пород при произвольных условиях нагружения на основе экспериментальных и теоретических исследований деформирования геоматериалов при монотонных и циклических непропорциональных трехосных нагрузках.

Эта проблема чрезвычайно актуальна для развития новых технологий добычи полезных ископаемых в сложных геологических условиях, на больших глубинах и шельфах, обеспечения безопасности горных работ, экологически безопасной эксплуатации подземных хранилищ.

Исследования опираются на достижения в области нелинейной механики деформируемого твердого тела и континуальной механики поврежденности, термодинамики неравновесных процессов, пороупругости. Вычислительные реализации моделей разработаны соискателем с применением численных методов интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Экспериментальные результаты, представленные в диссертации, получены с помощью современных экспериментальных методик.

Проведение целого комплекса экспериментальных и теоретических исследований позволило соискателю получить ряд новых значительных результатов.

Впервые экспериментально обнаружено и исследовано (в соавторстве) распространение фронтов локализованной деформации в виде медленных деформационных волн в формирующейся сдвиговой зоне и показана их связь с аномальными деформациями внутриразломных блоков. Пространственно-временная динамика деформационных волн в сдвиговой зоне определяется ее внутренней структурой, средняя скорость деформационных волн в зависимости от уровня накопленных напряжений составляет $0.9 \cdot 10^{-3}$ м/с. Деформационный процесс в крупной сдвиговой зоне обусловлен перемещением её активного крыла под действием приложенной нагрузки и периодическим прохождением фронтов деформаций вдоль зоны. Прохождение волны вдоль разрыва вызывает резкое увеличение продольной деформации и активизацию сдвиговых смещений в отдельных сегментах разрыва.

В ходе оригинальных экспериментов по циклическому трехосному сжатию песчаника установлены условия проявления эффекта Кайзера при изменении ориентации, формы и размера эллипсоида приложенных напряжений.

Показано, что на проявление эффекта Кайзера не влияет уровень интенсивности касательных напряжений при неизменном уровне средних напряжений в образце песчаника.

Построена нелинейная реологическая модель деформирования хрупкого тела, описывающая развитие анизотропной поврежденности. Обобщение этой модели на случай направленного уплотнения пористого хрупкого тела дает возможность для описания направленного характера проявления эффекта Кайзера при циклическом трехосном непропорциональном сжатии песчаника.

Предложен метод определения механизмов источников акустической эмиссии, который позволяет изучать механизмы разрушения хрупких материалов при их квазистатическом деформировании. Основой метода служит вычисление компонент тензора сейсмического момента.

В автореферате диссертации Пантелеева И.А. содержится решение актуальных научных задач, имеющих существенное значение для развития технологий обнаружения и мониторинга опасных геологических процессов, мониторинга природно-технических систем и напряженно-деформированного состояния геосреды; обеспечения безопасности проведения горных работ; повышения эффективности методов добычи полезных ископаемых в сложных геологических условиях.

В автореферате изложены не только мотивация и постановка конкретных проблем, решением которых занимался автор, но и его позиция в этом направлении науки.

Исследование выполнено на высоком научном и техническом уровне с применением современной аппаратуры и программных средств и является законченной научно-квалификационной работой с теоретической и практической значимостью. Практическая значимость научных результатов соискателя определяется возможностью их применения для исследования горнотехнических систем и процессов, в которых анизотропный характер уплотнения и накопления поврежденности является ключевым фактором, ответственным за изменения механических и прочностных свойств, анизотропию проницаемости горных массивов.

Совокупность полученных автором результатов может быть квалифицирована как крупный вклад в развитие представлений о механизмах и закономерностях деформирования геоматериалов при произвольных сложных условиях нагружения с учетом ориентационных эффектов развития поврежденности и направленного уплотнения, связанного с эволюцией порового пространства.

Все основные результаты диссертации Пантелеева И.А. представлены в 22 научных публикациях, в том числе в 16 статьях, опубликованных в высокорейтинговых отечественных и международных журналах, включенных в перечень ВАК, в базы данных РИНЦ, Scopus, Web of Science.

Автореферат диссертации, объем и уровень выполненных исследований позволяют сделать заключение, что диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для учёной степени доктора наук. Пантелеев Иван Алексеевич заслуживает присуждения искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела.

Я, Быков Виктор Геннадьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Главный научный сотрудник лаборатории
сейсмологии и сейсмотектоники
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Институт тектоники и
геофизики им. Ю.А. Косыгина
Дальневосточного отделения РАН
доктор физ.-мат. наук



Быков Виктор Геннадьевич
27 сентября 2022 г.

680000, Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65.
Тел: +7 (4212) 22-71-89
e-mail: bykov@itig.as.khb.ru

Подпись д.ф.-м.н. В. Г. Быкова заверяю:

Ученый секретарь ФГБУН Институт тектоники
и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН



С. Н. Алексеенко