

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

Диссертация И.А. **Пантелеева** посвящена исследованию динамики формирования зон локализации деформации с точки зрения развития ориентированной поврежденности. Актуальность проблемы обусловлена необходимостью повышения безопасности при разработке полезных ископаемых и усовершенствования методов добычи. Кроме того, проведенное исследование имеет прямое отношение к проблеме разработки методов оценки природно-техногенной сейсмической опасности, что имеет важнейшее научное и практическое значение.

Диссертация включает экспериментальные исследования процессов накопления повреждений с анализом сопутствующей акустической эмиссии при трехосном деформировании и трехточечном изгибе образцов горных пород. При анализе сигналов АЭ был использован комплекс подходов, что позволило получить оценки типа источников, ориентации и амплитуду разрывов, а также интенсивность роста трещиноватости. На основе полученных результатов сделаны выводы о преобладающих механизмах роста поврежденности в разных условиях. Следующим направлением экспериментальных исследований было изучение динамики формирования полос локализованного сдвига и разрывов при растяжении и в условиях продольного сдвига в основании массива. По результатам исследований сделаны выводы об этапах развития необратимой деформации и образовании разрывов.

На основе проведенных исследований сформулированы варианты нелинейных реологических моделей с тензорными параметрами, характеризующими анизотропное уплотнение и накопление поврежденности при деформировании пород разной пористости. Определены параметры моделей для ряда пород и проведена их верификация. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных показало очень близкие результаты, что дает основание для принятия моделей. Учет тензорных характеристик, позволяющих описывать анизотропный характер развития необратимой деформации, включая уплотнение и рост поврежденности, является важным результатом работы. Предложенные соотношения описывают этапность развития необратимой деформации и формирования разрывов, а также сопутствующие эффекты АЭ, в том числе эффект Кайзера.

Полученные результаты являются новыми, они дают объяснение ряду наблюдаемых эффектов динамики развития процесса необратимой деформации в геосреде и позволяют в рамках предложенных вариантов математических моделей их описывать. Не смотря на сложность предложенных определяющих соотношений целесообразно попытаться их внедрить для оценки стадии поврежденности реальных горнодобывающих объектов и опасности рисков разрушения, а также для численного моделирования процессов деформации в геосредах. Этим определяется научная и практическая ценность выполненного исследования.

В качестве замечаний следует отметить:

1. Большое количество защищаемых положений, что несколько снижает ценность каждого из них по отдельности. Например, положения 1 и 2 можно переформулировать и объединить. Также можно было бы объединить положения 5 и 7. Это значительно бы их усилило, т.к. пред-

ставляет главные результаты исследования.

2. Положение 6 неудачно сформулировано, т.к. в представленной формулировке результат не выглядит новым. Следовало выделить наиболее важную его часть, связанную с ориентацией трещиноватости и их механизмами. Положение 3 можно было бы оставить лишь в качестве вывода.

Указанные замечания не снижают высокой оценки работы и полученных результатов.

Автореферат написан грамотным языком, в нем достаточно ясно изложены основные результаты и выводы. Результаты исследования опубликованы в 16 работах, в том числе в изданиях из группы Q1, а также докладывались на множестве конференций.

На основе представленной в автореферате информации, считаю, что исследование выполнено на высоком научном уровне. Диссертация вносит существенный вклад в развитие методов исследования и математических моделей описания процессов необратимой деформации и разрушения горных пород. Считаю, что диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор **Пантелеев Иван Алексеевич** заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела.

Я, Стефанов Юрий Павлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

д.ф.-м.н (01.02.04), профессор РАН
в.н.с. лаб. глубинных геофизических исследований и
региональной сейсмичности ИНГГ СО РАН
Стефанов Юрий Павлович
+7 903 950 38 69; StefanovYP@ipgg.sbras.ru

10.10.22

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения Российской академии наук
630090, г. Новосибирск,
проспект Академика Коптюга, д. 3,
Тел.: (383) 333-29-00,
ipgg@ipgg.sbras.ru,
<http://www.ipgg.sbras.ru/ru>

Подпись Ю.П. Стефанова удостоверяю

Зав. отдела кадров ИНГГ СО РАН



M. V. Habarova
11.10.2022

М.В. Хабарова