

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Голосова Андрея Михайловича «Разработка акустико-деформационного метода определения предвестников разрушения образцов горных пород при одноосном сжатии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика»

Актуальность работы.

Геомеханика как горная наука в настоящее время находится на новой стадии развития, связанной с анализом нелинейных изменений в массиве пород, когда предметом исследования является не конкретное напряженно-деформированное состояние пород, а сложный техногенный геомеханический процесс в геосистеме. Возникают новые фундаментальные задачи геомеханических исследований с целью изучения закономерностей переходов геосистем к качественно новому состоянию. Такими переходами являются, например, структурные иерархические переходы, связанные с формированием структуры техногенной нарушенности массива пород крупного масштаба на основе изменений малого масштаба. Новый этап развития геомеханики требует проведения специальных исследований, направленных как на изучение природы геомеханических изменений, так и на создание новой методологии и развитие новых инструментальных средств исследований.

В настоящее время научно-исследовательские работы по нелинейной тематике становятся все более актуальными, с ними связан новый качественный этап в прогнозировании техногенных катастрофических событий геомеханического характера. Диссертационная работа содержит

некоторые аспекты нового подхода к исследованиям такого рода. Здесь рассматривается проблема прогноза процесса разрушения хрупких пород на основе анализа возникающей неоднородности в деформациях вблизи очага разрушения, определяются характерные предвестники качественных изменений в поведении горной породы и, что весьма важно, прорабатываются вопросы увязки результатов экспериментов с параметрами нелинейной модели деформирования массива пород, в рамках которой можно объяснить и прогнозировать, например, такие явления как зональная дезинтеграция пород. Даже несмотря на то, что диссертационная работа направлена на изучение закономерностей деформирования образцов пород в условиях одноосного сжатия, она является важной не только для геомеханики, но и для геофизики, сейсмологии, материаловедения, механики деформирования твердого тела.

Краткое содержание работы.

Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения. В первой главе автор дает анализ процесса формирования очаговой области подготовки разрушения образца горной породы с использованием деформационного и акустического методов. На основании анализа обоснованы задачи диссертационных исследований. В главе 2 раскрывается суть многоточечного метода исследования закономерностей деформирования образцов горных пород, разработка которого позволила автору детально изучить эффект реверсивных деформаций в образце пород и определить деформационные предвестники разрушения. В главе 3 раскрывается суть и приводятся результаты акустико-эмиссионных исследований. Четвертая глава посвящена уточнению и доказательству универсальности механизма риверсивного деформирования образцов пород в случае искусственного создания очага разрушения. В главе 5 полученные закономерности риверсивного деформирования обосновываются теоретическим

моделированием нелинейного деформирования образцов пород. В главе 6 на основании анализа всего предыдущего материала обобщается комплексный акустико-деформационный метод определения предвестников разрушения горных пород. В заключении автором диссертации сформулированы основные научные и практические результаты работы.

Научное значение работы и новизна.

Работа имеет фундаментальное научное значение. В ней экспериментально и теоретически раскрываются закономерности неоднородного деформирования горной породы на стадии предразрушения. Показано, что неоднородность деформирования проявляется в риверсивном характере развития деформаций вблизи зарождающейся области разрушения в образце, более того риверсивность деформаций может служить прогностическим признаком подготовки разрушения. Прогноз макроразрушения породы можно осуществлять, используя как акустический, так и деформационный предвестники разрушения, которые в совокупности позволяют осуществлять прогноз в долгосрочном и среднесрочном аспектах.

Научная новизна работы связана с уточнением механизма деформирования и предразрушения образцов пород при одноосном сжатии. Установлено, что при локализации процесса трещинообразования в очаговой области подготовки макроразрушения образца скорость акустической эмиссии достигает максимума, линейные деформации в очаговой области имеют экстремальные значения, а в околоочаговой области линейные деформации приобретают риверсивный характер. Наблюдаемые закономерности деформирования очаговой и околоочаговой области разрушения позволяют толковать очаговую область как область «мягкого» включения. Этот вывод имеет важное значение и для геомеханики, например, в связи с разработкой системы шахтного прогноза и контроля состояния

массива пород, и для геофизики при интерпретации результатов полевых измерений.

Научная новизна проявляется также в том, что в работе четко обозначена необходимость использования системы предвестников разрушения по разным признакам (акустико-эмиссионным и деформационным), которые в совокупности позволяют составить более полную картину геомеханических изменений и выделять на стадии подготовки разрушения местоположение будущей области макроразрушения породы. Научная новизна связана также с тем, что испытания образов по предложенной схеме позволяют определять параметры неевклидовой модели деформирования горных пород, которую можно использовать для прогнозирования зональной дезинтеграции пород.

Практическая ценность.

Практическая ценность работы на данный момент, как представляется, связана прежде всего с организацией лабораторных испытаний образов. В диссертации показано, что изменение знака деформаций образцов может быть обусловлено не столько природной неоднородностью образца, сколько внутренним процессом изменения его мезотрешинной структуры, т.е. сложное деформирование является не случайным, а закономерным фактором. Причем этот фактор может быть использован для изучения природы деформаций пород. Часто непонимание этого обстоятельства приводило к субъективным оценкам результатов испытаний образцов.

В перспективе выявление особого деформационного поведения области предразрушения горных пород может быть учтено при организации геомеханического мониторинга массива пород, основанного на замерах смещений и деформаций. Система акустических и деформационных предвестников разрушения может быть использована в инструментальном прогнозе состояния массива в условиях его сильного сжатия.

Обоснованность и достоверность результатов.

Достоверность экспериментальных результатов работы обоснована применением апробированных методов исследования напряженно-деформированного состояния горных пород, использованием сертифицированного экспериментального оборудования, тщательностью проведения экспериментов с многоточечными замерами деформаций, повторяемостью результатов экспериментов с образцами различных горных пород и схем расположения тензорезисторов. Достоверность главных научных выводов обусловлена согласованностью полученных результатов с известными ранее данными по неоднородному деформированию и разрушению образцов, соответствием результатам экспериментальных и теоретических исследований.

Публикации.

По результатам диссертационной работы опубликовано в общей сложности 19 научных работ, причем 6 из них в изданиях «Перечня ВАК». Автор имеет 3 работы, отмеченные базами публикаций Web of Science и Scopus. Работы написаны на высоком научном уровне. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных конференциях и опубликованы в трудах соответствующих конференций. А.М.Голосов известен как хороший специалист в области испытания свойств горных пород. Он, в частности, получил грант РФФИ как молодой ученый в области наук о Земле.

Замечания.

1. Второе и третье защищаемые положения сформулированы не совсем удачно, во многом они пересекаются, центральное место в обоих положениях занимает описание структурных изменений в горной породе при ее нагружении. Целесообразно было бы более определенно представить второе положение как установленную физическую природу изменений, а третье

положение, относящееся к акустико-деформационному методу, как основной результат исследований, имеющий практическое приложение.

2. Важные понятия диссертационной работы «долгосрочный предвестник» и «среднесрочный предвестник» следовало бы прояснить с точки зрения методики прогнозирования. В каком масштабе времени или в каком аспекте другого задаваемого параметра процесса нагружения породы сопоставляются понятия долгосрочный и среднесрочный.

3. Используемое в защищаемых положениях понятие «высокоамплитудный акустический сигнал» не раскрыто в должной мере: не указаны интервал значений этой величины и его зависимость от типа породы и действующих напряжений.

Отмеченные недостатки не снижают ценность работы и не влияют на обоснованность защищаемых положений.

Заключение.

Диссертация представляет собой завершенное научное исследование, выполненное автором самостоятельно и на высоком научном уровне. В ней исследована и решена актуальная задача геомеханики о закономерностях процесса неоднородного деформирования породы на стадии ее предразрушения и на этой основе разработан акустико-деформационный метод определения предвестников макроразрушения образцов горных пород. Полученные автором диссертации результаты являются новыми, обоснованными и достоверными, они имеют большое значение для развития исследований в области нелинейного деформирования горных пород.

Диссертация написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. В автореферате в достаточной степени изложены основные идеи и выводы диссертации, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и значимость результатов исследований. Автореферат отражает основное содержание работы.

Диссертация соответствует Положению ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, и ее автор, Голосов Андрей Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Официальный оппонент Одинцов Владимир Николаевич,
доктор технических наук

(специальность 05.15.11 – «Физические процессы горного производства»),
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
проблем комплексного освоения недр Российской академии наук им.
академика Н.В.Мельникова (ИПКОН РАН),
ведущий научный сотрудник.

Адрес организации: 111020, Москва, Крюковский тупик, д.4, ИПКОН РАН
Тел: +7 (495) 360-89-60, 360-54-44

e-mail: info@ipkonran.ru, Odin-VN@yandex.ru

16.05.2018.

В.Н.Одинцов

Подпись доктора технических наук Одинцова В.Н. удостоверяю

Ученый секретарь ИПКОН РАН

кандидат технических наук, профессор

А.З.Вартанов



Я, Одинцов Владимир Николаевич, даю согласие на включение своих
персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного
совета, и их дальнейшую обработку