

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
Горного университета,
д.э.н., профессор Сергеев И. Б.

«21» мая 2018 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Голосова Андрея Михайловича на тему:
«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

1. Актуальность темы диссертационного исследования.

Современный этап развития горнодобывающей отрасли России связан с постоянным увеличением глубины ведения горных работ, что ведет к возрастанию числа и силы геодинамических проявлений. Эффективность прогнозирования образования в горных породах очагов таких явлений определяется наличием системы предвестников, обладающих свойствами надежности и оперативного регистрации. Повышение надежности прогноза возможно на пути разработки комплексных предвестников, включающих одновременное использование независимых измерительных систем, таких как сейсмоакустическая и деформационная.

Разработка таких методов непосредственно в массиве встречает большие организационные и технические трудности. Поэтому лабораторный этап исследований представляется неизбежной ступенью разработки предвестников геодинамических явлений с учетом последующего переноса результатов исследований на массив, являющийся верхним по отношению к образцу уровнем иерархически блочной геосреды.

Этот подход, принятый в диссертации А.М. Голосова, представляется оправданным, а сама работа актуальной.

2. Цель работы и научная новизна положений, выводов и рекомендаций.

Целью диссертации является разработка акустико-деформационного метода определения системы деформационных предвестников разрушения образцов горных пород при одноосном сжатии, учитываяющего положение очаговой области подготовки макроразрушения и включающего долгосрочный и среднесрочный предвестники.

Основные задачи исследования:

- исследование закономерностей деформирования образцов горных пород в предразрушающей области нагружения;
- установление механизма реверсивного деформирования образцов горных пород в предразрушающей области нагружения;
- разработка новых и совершенствование существующих методов определения предвестников разрушения образцов горных пород.

Идея работы заключается в повышении достоверности определения предвестников макроразрушения образцов горных пород на основе установления закономерностей их проявления в очаговой и околоочаговой областях подготовки макроразрушения, определяемых одновременно двумя независимыми деформационным и акустическим методами.

Научная новизна сформулирована в трех научных положениях:

1. Формирование мезотрешинной структуры образцов горной породы при одноосном сжатии проходит несколько стадий, включающих начальную стадию, когда в образце возникают одиночные невзаимодействующие друг с другом мезодефекты; очаговую стадию подготовки макроразрушения, когда в результате взаимодействия мезодефектов происходит их локализация в определенной, ограниченной в пространстве, области, а при продолжающемся нагружении образца в очаговой области и ее окрестностях происходит

разнознаковое приращение линейных деформаций, причем завершение стадии связано с развитием устойчивого макродефекта.

2. Фиксируемыми одновременно независимыми деформационной и акустической измерительными системами предвестниками разрушения горных пород при одноосном сжатии являются: долгосрочный предвестник, соответствующий порогу дилатансии и началу возникновения в образцах высокоамплитудных акустических сигналов, обусловленных возникновением одиночных невзаимодействующих мезодефектов; среднесрочный предвестник, соответствующий возникновению мезотрещинной структуры, связанной с очаговой стадией локализации мезодефектов и разнознаковым приращением линейных деформаций в очаговой и околоочаговой областях подготовки макроразрушения.

3. Акусто-деформационный метод определения системы предвестников разрушения образцов горных пород при одноосном сжатии заключается в том, что при синхронной работе акустической и деформационной измерительных систем регистрируются основные этапы формирования мезотрещинных структур образцов горных пород, причем порог дилатансии и начало возникновения одиночных невзаимодействующих мезодефектов, принимается в качестве долгосрочного предвестника; а момент возникновения мезотрещинной структуры, связанной с очаговой стадией локализации мезодефектов, и характеризуемый разнознаковым приращением линейных деформаций в очаговой и околоочаговой областях, принимается в качестве среднесрочного предвестника.

3. Обоснованность и достоверность научных положений.

Подтверждается повторяемостью этапов экспериментально установленных процессов деформирования различных типов пород, возможностью экспериментального воспроизведения эффекта реверсивного линейного деформирования образцов горных пород, а также полной

качественной и хорошей количественной сходимостью результатов экспериментальных и теоретических исследований.

4. Научное и практическое значение диссертационной работы.

Для обнаружения реверсивного характера линейных деформаций, являющимися аномальными с позиций линейной теории, Голосов А.М. разработал комплексный акустически-деформационный метод, включающий многоточечный метод измерений линейных деформаций и акустический метод определения положения гипоцентров возникновения микротрешин в предразрушающей стадии нагружения.

Для установления механизма реверсивного деформирования образцов горных пород автор разработал методы экспериментального воспроизведения реверсивных деформационных эффектов, включающих метод создания искусственного концентратора напряжений и модельный эксперимент по созданию мягкого включения-полости в нагруженном образце горной породы. В обоих случаях убедительно показано появление реверсивного деформирования с околоочаговой области подготовки макроразрушения.

Предложенный в работе комплексный акустико-деформационный метод фиксации процесса подготовки разрушения горной породы по деформационным и акустическим свойствам отдельных областей позволяет выделить этапы подготовки разрушения и определить характеристики, описывающие каждый этап подготовки разрушения. Такой подход позволил построить систему из долгосрочного и среднесрочного предвестников разрушения, каждый из которых определяется по совокупности одновременно происходящих акустических и деформационных признаков.

5. Замечания и пожелания по работе.

1. Для всех ли типов горных пород данным методом фиксируются предвестники разрушения? Каковы ограничения метода, применительно к различным горным породам?

2. Принципиально применимость результатов исследований для практики ведения горных работ не вызывает сомнения, однако в работе не показаны примеры такого применения.

3. В работе показано наличие реверсивных деформаций двух типов, однако в чем причины такого отличия, не указывается. Это снижает надежность определения предвестников.

4. В разделе 2.1.3 автор предлагает производить измерение деформаций с помощью тензодатчиков с частотой 0,5 Гц. Выбор данной частоты на упругой стадии деформирования обоснован и достаточен, однако на участке пластических деформаций (предшествующих разрушению) такая скорость сбора данных может не обеспечить полную картину деформирования образца.

5. В горном массиве породы находятся в объемном напряженном состоянии. Можно ли интерпретировать полученные автором закономерности при одноосном сжатии на поведение пород в условиях объемного сжатия.

6. Заключение по диссертации.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы из 167 источников и одного приложения. Общий объем диссертации 150 страниц. Содержание автореферата и публикаций соответствуют положениям диссертации.

В процессе выполнения диссертации разработаны деформационный, акусто-эмиссионный и комбинированный метод определения предвестников разрушения и установлен характер реверсивного деформирования образцов горных пород при одноосном сжатии.

Диссертация написана на достаточно высоком научно-техническом уровне с логической последовательностью изложения материала.

Диссертация Голосова Андрея Михайловича является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Отзыв обсужден и заслушан на заседании лаборатории физико-механических свойств и разрушении горных пород, протокол № 8 от 18 мая 2018 г.

Отзыв рекомендован в качестве отзыва ведущей организации на заседании научно-технического совета Научного центра геомеханики и проблем горного производства Горного университета, протокол № 13 от 21 мая 2018 г.

Отзыв направляется в диссертационный совет Д 999.101.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тихоокеанский государственный университет», Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», по адресу: 680000, г. Хабаровск, ул. Тургенева, д. 51.



И.А. Ильинова, А.Н. Шабарова

А.Р. Хлопотовой

Е.Р. Яновицкая

Заведующий лабораторией
физико-механических свойств
и разрушения горных пород

05 2018 г.

М.И. Ильинов Михаил Дмитриевич

Председатель научно-технического
Совета Директор Научного центра
геомеханики и проблем горного
производства, д.т.н.

Шабаров Аркадий Николаевич

Секретарь
научно-технического совета

Хлопотова Алла Рудольфовна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет» (Горный университет)
Адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д. 2.
Тел.: +7(812)-328-80-39, E-mail: Ilinov_md@spmi.ru, сайт: www.spmi.ru

Сведения о ведущей организации

Полное наименование организации	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»
Сокращенное наименование организации	Горный университет
Фамилия, имя, отчество руководителя организации	Литвиненко Владимир Стефанович профессор доктор технических наук
Должность руководителя организации	Ректор
Почтовый адрес	199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д. 2.
Телефон	тел. 321-14-84 факс 327-73-60
Адрес официального сайта в сети «Интернет»	http:// www.spmi.ru/
Адрес электронной почты	rectorat@spmi.ru
Основные публикации работников ведущей организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет	<ol style="list-style-type: none">1. Рассказов И.Ю., Цирель С.В., Розанов А.О., Терешкин А.А., Гладырь А.В. Использование данных сейсмоакустических наблюдений для определения характера развития очага разрушения породного массива //Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2017. № 2. С. 29-37.2. Розанов А.О., Цирель С.В. Разработка подхода к решению динамической задачи развития очага разрушения с использованием данных сейсмоакустического мониторинга // Проблемы комплексного освоения георесурсов. Материалы VI Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых, Хабаровск, 2017, С.74-80.3. Цирель С.В., Розанов А.О., Хунканрин Т.Ф. Лабораторное и натурное изучение параметров акустической эмиссии и их связь с критериями механики разрушения горных пород. // Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий: Геомеханическое обеспечение проектирования и сопровождения горных работ Сборник научных трудов / ред. А.Н. Шабаров, К.В. Морозов. — Санкт-Петербург: РИЦ Санкт-Петербургского горного университета, 2017. С.248-252.

4. Kuksenko V.S., Makhmudov Kn., Ilinov M.D/ Abdurahmanov Z. Microscopic analysis of heterogeneous solids (CaCO₃) at a residual deformation in the conditions of volume compression "Far Eastern Federal University School OF Engineering Bulletin" № 4 (21), 2014, стр. 87-96.
5. Бажуков А.А Идеатулин М.М Мельников Н.Я. «Определение прочностных свойств показателей массива горных пород с учетом ожидаемого напряженного состояния откоса и его механизма разрушения» Международный научный журнал «Инновационная наука» №12/2017 ISSN 2410-6070., с. 22-24
6. Павлович А.А. Коршунов В.А. Цирель С.В. Мельников Н.Я Бажуков А.А. «Geomechanical substantiation of calculate indicators of the rock mass strength for slopes stability analysis of open pit» Litvinenko, Vladimir. Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses - Volume 2. CRC Press, 20180520. VitalBook file. © 2018, c. 1053-1058.
7. Alexander O. Rozanov, Dmitri N. Petrov & Aleksei M. Rozenbaum «Acoustic emission precursor criteria of rock damage» Litvinenko, Vladimir. *Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses, Volume 1*. CRC Press, 20180520. VitalBook file. © 2018, c. 669-672.
8. V.A. Korshunov, D.A. Solomoychenko & A.A. Bazhukov «Strength estimation of fractured rock using compression—a specimen with spherical indenters» Litvinenko, Vladimir. *Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses, Volume 1*. CRC Press, 20180520. VitalBook file. © 2018, c. 299-305.
9. Протосеня А.Г. Изучение прочности на сжатие трещиноватого горного массива /А.Г.Протосеня, П.Э.Вербило // Записки Горного института. 2017. Т. 223. С. 51-57. DOI: 10.18454/PMI.2017.1.51.
10. Рудаев Я.И. Моделирование деформационного поведения горных пород / Я.И.Рудаев, Д.А.Китаева, М.А.Мамадалиева // Записки Горного института. 2016. Т. 222. С. 816-822. DOI 10.18454/PMI.2016.6.816