

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ХАБАРОВСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, 54, тел./факс: (4212) 32-79-27, e-mail: adm@igd.khv.ru

№ 741 от 14.10. 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора Федерального
государственного бюджетного учреждения
науки Хабаровский Федеральный
исследовательский центр Дальневосточного
отделения Российской академии наук



А. Н. Шулюпин

» октябрь 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Хабаровский Федеральный исследовательский центр» Дальневосточного отделения Российской академии наук на диссертационную работу Красилов Максима Николаевича на тему: «Взаимосвязи прочностных и акустических свойств осадочных горных пород при различных схемах и режимах циклических механических нагружений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, 5 глав и заключения, изложена на 146 страницах машинописного текста, включает 52 иллюстрации, 17 таблиц, библиографический список из 102 наименований.

Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность исследования следует из необходимости оценки воздействия повторяющихся или циклических нагружений на прочность горных пород в массивах вокруг подземных хранилищ углеводородов при сезонных и оперативных закачках/отборе сырья, на рудниках, шахтах и карьерах при движении крупногабаритного транспорта, а также при взрывных работах. Такие воздействия приводят к снижению прочности массива пород и их обрушениям, которые могут принимать катастрофический характер. Оценка прочностных свойств различных конструктивных элементов методами неразрушающего контроля позволяет

своевременно принять защитные меры. К наиболее часто применяемым методам относятся методы, базирующиеся на акустическом контроле развития процесса трещинообразования в исследуемом материале. Как правило, они основываются на зависимостях между акустическими и прочностными свойствами, полученными путем не циклического, а однократного нагружения образцов исследуемого материала в условиях монотонно увеличивающейся нагрузки, что не дает адекватной оценки прочности сооружений. В своей работе автор ставит целью устранение указанного недостатка путем экспериментального установления взаимосвязей прочностных и акустических свойств осадочных горных пород при различных схемах и режимах их циклического механического нагружения, что может повысить точность оценки состояния горных пород. Тем самым подтверждается актуальность выбранной темы.

Анализ содержания работы и научных положений, выносимых на защиту

Представленный материал автором изложен в пяти главах, в первой из которых осуществлена оценка современного состояния изучаемого вопроса, сформулирована цель и задачи, решаемые для ее достижения. Во второй главе описаны лабораторные экспериментальные установки и методики проведения экспериментов.

На защиту автор выносит три научных положения, обоснованные, соответственно, в третьей, четвертой и пятой главах. В начале каждой из них путем расчета автор оценивает степень соответствующего повторяющегося или циклического воздействия на горные породы, происходящего в реальных объектах. Тем самым он обосновывает режимы испытаний образцов в последующих лабораторных экспериментах.

В первом научном положении, доказательство которого изложено в третьей главе, рассматривается горная порода, содержащая два основных минерала – гипс и доломит. Утверждается, что разрушение контактов между ними при циклических изгибных нагружениях приводит к возрастанию акустической добротности образца, что связано со снижением демпфирующего влияния гипса (имеющего меньшие скорости распространения упругих волн и акустическую добротность) на доломит (у которого эти параметры больше). При последующем циклическом нагружении происходит уменьшение добротности, что может служить признаком приближающегося разрушения.

Во втором научном положении, базирующемся на изложенных в четвертой главе результатах экспериментов, утверждается, что медленное циклическое одноосное нагружение образцов каменной соли и мраморизованного известняка сопровождается как процессами деструкции, так и процессами восстановления геоматериала, что при увеличении количества циклов проявляется в снижении и последующем увеличении предела прочности, а также скоростей упругих волн и акустической добротности. При

импульсных повторяющихся воздействиях на эти же породы наблюдаются только процессы деструкции и снижение значений параметров, характеризующих указанные прочностные и акустические свойства.

Третье научное положение касается изменения акустических и прочностных свойств образцов известняка при воздействии на них $2M$ циклов одноосного механического нагружения и воздействии M циклов сначала в одном, а затем M циклов во втором, перпендикулярном первому, направлении. Показано, что при этом в условиях нагружения в двух перпендикулярных направлениях по сравнению с нагружением в одном направлении предел прочности при сжатии, скорости распространения упругих волн и число импульсов акустической эмиссии больше, а акустическая добротность меньше.

Следует отметить, что материалы диссертации в основном изложены логично и корректно. Все научные положения обоснованы автором в достаточной степени, их достоверность сомнения не вызывает. Полученные зависимости могут служить основанием для разработки новых способов оценки прочностных свойств материалов различных конструктивных элементов на практике. Однако для применения их для оценки устойчивости массивов при ведении горных работ требуется проведение более углубленных исследований со статистически значимыми количествами образцов различных типов пород.

Научная и практическая ценность диссертации

Научное значение работы состоит в установлении закономерностей изменения акустических и прочностных свойств осадочных горных пород при различных видах медленных и импульсных повторяющихся нагружений и создании основы для определения прочностных свойств горных пород акустическими методами.

Практическую ценность диссертации определяет то, что проведенные исследования позволили автору разработать «Методические рекомендации по исследованию прочностных и акустических свойств горных пород на образцах при различных схемах и режимах циклических механических нагружений», переданные в ООО «Газпром геотехнологии» для практического использования.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития геомеханики и изучения физических свойств пород

Полученные в работе результаты содержат новые научные знания и значимы для более глубокого представления о закономерностях взаимосвязей между прочностными и акустическими свойствами горных пород при повторяющихся и циклических нагружениях.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

В работе получен ряд новых результатов, которые представляют интерес для специалистов и организаций, деятельность которых связана с оценкой физических свойств горных пород, а также с решением прикладных задач оценки устойчивости массивов горных пород вокруг выработок при ведении горных работ, а также подземных хранилищ различной продукции.

Результаты и выводы диссертации могут быть рекомендованы для их использования в таких организациях, как Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова» РАН (Москва), Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр» РАН (Апатиты), «Пермский федеральный исследовательский центр» УрО РАН (Пермь), «Хабаровский федеральный исследовательский центр» ДВО РАН (Хабаровск), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта» РАН (ИФЗ РАН, Москва), ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Москва), ООО «Газпром геотехнологии» (Москва), «Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела – межотраслевой научный центр «ВНИМИ» (Санкт-Петербург) и других.

Публикации и апробация результатов работы

По теме диссертации опубликовано 12 работ, в том числе 8 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России и в изданиях, индексируемых в наукометрических базах Web of Science и Scopus, из них 2 – в изданиях квартиля Q1 по SJR. Материалы диссертации докладывались на ряде российских и международных конференций.

Замечания по работе

1. В работе не систематизированы экспериментальные данные и недостаточно обобщены результаты множества лабораторных исследований образцов различных типов горных, отобранных с разных месторождений, что необходимо для выбора области применения установленных закономерностей.

2. Отсутствует применяемая формула определения добротности, по которой выполнялись расчеты, а в ссылках на соответствующую литературу рассматриваются не менее трех вариантов расчета.

3. Не объясняется, с чем связан факт, что (рис.4.13) для интервала от 20 до 30 циклов при увеличении добротности наблюдается дальнейшее уменьшение предела прочности.

4. В пояснении полученной зависимости между акустической добротностью и пределом прочности образцов мраморизованного известняка (рис. 4.14) приведены данные только по первому участку.

5. Следовало бы более подробно описать, как моделировались разрушения на контактах доломита и гипса в численной модели, чертеж которой изображен на рисунке 3.17.

К сожалению, в диссертации присутствуют отдельные грамматические и стилистические ошибки, которые несколько снижают общее положительное впечатление от работы. В целом же, отмеченные замечания носят рекомендательный характер по более качественной подаче материала.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Красилов Максима Николаевича на тему: «Взаимосвязи прочностных и акустических свойств осадочных горных пород при различных схемах и режимах циклических механических нагружений» по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение научной задачи выявления закономерностей изменения прочностных и акустических свойств осадочных горных пород при различных схемах и режимах циклических механических нагружений для научного обоснования новых способов неразрушающего контроля прочностных свойств горных пород, что имеет значение для информационного обеспечения горного производства, повышения его безопасности и эффективности.

По совокупности представленных в диссертации результатов, актуальности, научной и практической значимости, обоснованности и достоверности основных результатов, а также по объему личного вклада автора, данная диссертация отвечает критериям, установленным п. 2 «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, её автор Красилов Максим Николаевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Отзыв рассмотрен и обсужден на научном семинаре лаборатории геомеханики и лаборатории цифровых методов исследований природно-технических систем Института горного дела ДВО РАН – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук 09

октября 2020 г. (протокол № 1) и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

Чл.-корр. РАН, д-р техн. наук,
научный руководитель Института горного дела
ДВО РАН (ИГД ДВО РАН) – обособленного
структурного подразделения Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный
исследовательский центр Дальневосточного отделения
Российской академии наук



Рассказов И.Ю.

Канд. техн. наук,
Старший научный сотрудник лаборатории геомеханики
Института горного дела ДВО РАН – обособленного
структурного подразделения Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный
исследовательский центр Дальневосточного отделения
Российской академии наук



Аникин П.А.

Канд. техн. наук,
Старший научный сотрудник лаборатории цифровых
методов исследований природно-технических систем
Института горного дела ДВО РАН – обособленного
структурного подразделения Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный
исследовательский центр Дальневосточного отделения
Российской академии наук



Федотова Ю.А.

Подписи сотрудников ХФИЦ ДВО РАН:

Рассказова Игоря Юрьевича, Аникина Павла Александровича,
Федотовой Юлии Викторовны удостоверяю:

Главный специалист службы кадров Федерального
государственного бюджетного учреждения науки
Хабаровский Федеральный исследовательский центр
Дальневосточного отделения Российской академии наук



Волокжанина Н.В.

Сведения о ведущей организации:

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (ХВИЦ ДВО РАН)

Адрес: 680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, 54

Телефон: (4212) 32–79–27

Эл. почта: adm@igd.khv.ru

Адрес официального сайта в сети «Интернет»: <http://www.khfr.ru>

Список публикаций организации за 2016-2020 гг.

1. Рассказов М.И., Потапчук М.И., Цой Д.И., Терешкин А.А., Гладырь А.В. Изучение горно-геологических особенностей и определение физико-механических свойств горных пород золоторудного месторождения Делькен // Проблемы недропользования.– 2020.– № 2 (25).– С. 116–126.

2. Гладырь А.В., Курсакин Г.А., Рассказов М.И., Константинов А.В. Разработка метода выделения опасных участков в массиве горных пород по данным сейсмоакустических наблюдений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019.– № 8.– С. 21–32.

3. Рассказов М.И., Терешкин А.А., Цой Д.И. Оценка напряженного состояния массива месторождения "Пионер" на основе акустико-эмиссионного эффекта памяти горных пород // Проблемы недропользования.– 2019.– № 2 (21).– С. 62–67.

4. Цой Д.И., Рассказов М.И., Гладырь А.В., Терешкин А.А., Константинов А.В. Исследование влияния длиннопериодных деформационных волн на геоакустическую активность горного массива // Проблемы недропользования.– 2019.– № 4 (23).– С. 66–73.

5. Ломов М.А., Константинов А.В., Терешкин А.А. Перспективные методы оценки и контроля геомеханического состояния массивов пород // Проблемы недропользования. – 2019.– № 4 (23).– С. 83–90.

6. Константинов А.В., Гладырь А.В. Проектирование универсальной измерительноаналитической платформы для исследования состояния породного массива // Известия высших учебных заведений. Горный журнал.– 2019.– № 4.– С. 24–32.

7. Рассказов И.Ю., Крюков В.Г., Саксин Б.Г., Потапчук М.И. Геомеханическое Обоснование комбинированной отработки золоторудного месторождения Пионер // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).– 2017.– № S24.– С. 7–15.

8. Рассказов М.И., Гладырь А.В., Терешкин А.А., Цой Д.И., Васянович Ю.А. Проведение экспериментальных исследований удароопасности горных пород на Расвумчорском месторождении с применением специальных технических средств // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).– 2019.– № S30.– С. 98–105.

9. Рассказов М.И., Гладырь А.В., Терешкин А.А., Цой Д.И. Сейсмоакустическая система контроля горного давления на подземном руднике "Мир" // Проблемы недропользования. – 2019.– № 2 (21).– С. 56–61.

10. Гладырь А.В., Рассказов М.И., Терешкин А.А., Константинов А.В. Опытное исследование точности локации автоматизированной системы геомеханического мониторинга в условиях анизотропии горных пород // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук.– 2019.– № 1. Т. 6.– с. 78–83.

11. Потапчук М.И., Рассказов И.Ю., Корнеева С.И., Ломов М.А. Оценка влияния параметров внутреннего отвалообразования на геомеханическое состояние подземной отработки месторождения "Восток-2" // Известия высших учебных заведений. Горный журнал.– 2019.– № 7.– С. 77–85.

12. Потапчук М.И., Рассказов И.Ю., Сидляр А.В., Терешкин А.А., Курсакин Г.А. Оценка природно-техногенного поля напряжений при разработке глубоких горизонтов месторождения "Айхал" // Проблемы недропользования.– 2019.– № 4 (23).– С. 91–97.

13. Рассказов И.Ю., Крюков В.Г., Потапчук М.И., Сидляр А.В. геомеханические исследования структурных особенностей массива горных пород при проектировании карьера месторождения Дяппе // Маркшейдерия и недропользование.– 2018.– № 5 (97).– С. 52–58.