

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации Индакова Глеба Сергеевича «Термостимулированная
акустическая эмиссия в горных породах и ее связь с микроструктурой»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.6.9 Геофизика

Изучение процесса разрушения горных пород при воздействии на них различных внешних факторов является одним из важнейших и актуальных направлений исследований в науках о Земле. Для выявления закономерностей разрушения горных пород необходимо получение как можно более широкого спектра информации о характере их поведения при механическом и термическом воздействии, как в лабораторных, так и в полевых условиях. Знание таких закономерностей является актуальным во многих прикладных задачах (сейсморазведка и поиск полезных ископаемых, мониторинг технического состояния инженерных сооружений, обеспечение безопасной работы объектов промышленной инфраструктуры в экстремальных условиях). Задача мониторинга динамики разрушения горных пород успешно решается с использованием различных методик по регистрации сигналов акустической эмиссии в исследуемых образцах. Эти методики позволяют определять места зарождения микротрещин, а также наблюдать в реальном времени процессы распространения трещин в образцах при различных режимах механического или термического воздействия.

Основной целью представленной диссертационной работы являлось выявление взаимосвязи между особенностями термически стимулированной акустической эмиссии в образцах горных пород и параметрами их микроструктуры. Полученные в ходе выполнения работы результаты полностью подтверждают положения, выносимые на защиту. Показано, что особенности термически стимулированной акустической эмиссии различны для разных типов горных пород: для гранитов и базальтов средняя активность акустической эмиссии и наклон графика повторяемости взаимосвязаны, для метатерригенных горных пород (метапесчаников), образовавшихся в процессе метаморфизма из близких по составу пород, но в разных термобарических условиях, и для искусственной гипсово-песчаной породы эти параметры не связаны друг с другом. Тем самым подтверждается влияние микроструктуры горной породы на характер ее разрушения при термическом воздействии. Для гранитов и базальтов наблюдается процесс лавинно-неустойчивого трещинообразования; для метапесчаников характерен фрактальный характер разрушения, обусловленный сложностью микроструктуры метапесчаников в целом, которую необходимо учитывать наряду со средним размером зерна; в искусственных образцах преобладает особый механизм разрушения вокруг изолированных вкраплений (песчинок в гипсовой матрице), когда размер частицы обуславливает масштаб развивающейся трещины. Получено экспериментальное подтверждение того факта, что в случае термостимулированного разрушения образцов горных пород при отсутствии в них крупных дефектов (трещин) источники импульсов термически стимулированной акустической эмиссии распределены во всем объеме разрушаемой области образца без выраженной локализации.

В качестве наиболее значимых с теоретической точки зрения результатов представленной диссертационной работы можно отметить следующее: показано, что поведение статистических параметров термически стимулированной акустической эмиссии (активность и наклон графика повторяемости) в различных горных породах обусловлено индивидуальными особенностями развития разрушения породы. Практическая значимость работы состоит в разработке специализированных методик и программного обеспечения для

адаптации методов анализа сейсмологических данных для данных лабораторных экспериментов по термическому воздействию и в развитии методов микроструктурного анализа горных пород на основе оптической микроскопии их шлифов. Разработанные методики и программы могут быть использованы для получения взаимосвязи между результатами термического воздействия на горные породы с характерными особенностями их микроструктуры. Репрезентативность полученного исследовательского материала обеспечена тем, что исследования проведены на 33 образцах горных пород различного происхождения (граниты, базальты, метапесчаники, песчаники, искусственные образцы), отобранных из разных локаций и характеризующихся различными физико-механическими свойствами.

Следует отметить высокий уровень теоретической подготовки автора, а также владение автором численными и экспериментальными методами анализа параметров акустической эмиссии в горных породах и анализа особенностей их микроструктуры, что позволило получить оригинальные и практически значимые результаты. Диссертационные исследования Индакова Г.С. выполнены на современном научном уровне, достоверность полученных теоретических и экспериментальных результатов не вызывает сомнений, поскольку обеспечивается комплексным применением современных экспериментальных и численных методик, а также верификацией результатов независимыми методами. Следует отметить широкую апробацию полученных в работе теоретических и экспериментальных результатов, представленных на 19 международных и всероссийских конференциях.

Диссертационное исследование представляет собой завершённую научно-квалификационную работу и полностью отвечает требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а соискатель, Индаков Глеб Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.9 Геофизика.

Я, Подымова Наталья Борисовна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Отзыв составила:

Научный сотрудник кафедры общей физики и волновых процессов
физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,
кандидат физ.-мат. наук Подымова Наталья Борисовна
Москва, 119991, Ленинские горы, д.1, стр. 2,
физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
тел. (495) 930-53-09

18 ноября 2025 г.

Подпись кандидата физ.-мат. наук Подымовой Н.Б. УДОСТОВЕРЯЮ: