

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Павлова Ильи Алексеевича на тему «Изучение закономерностей изменения коэффициента трещиностойкости горных пород при умеренном тепловом воздействии для повышения точности моделирования геомеханических процессов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», состоявшейся в НИТУ МИСИС 27 февраля 2025 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС (16.12.2024, протокол № 25).

Диссертация выполнена на кафедре физических процессов горного производства и геоконтроля в Горном институте НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – Винников Владимир Александрович, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (16.12.2024, протокол № 25) в составе:

1. Вознесенский Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ МИСИС - председатель комиссии;

2. Еременко Виталий Андреевич, доктор технических наук, профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ МИСИС;

3. Малинникова Ольга Николаевна, доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории № 2.1. Физико-химических и термодинамических процессов в горных породах федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук;

4. Кузьмин Юрий Олегович, доктор технических наук, заместитель директора по вопросам прикладной геодинамики и мониторинга ответственных объектов, заведующий лабораторией современной и прикладной геодинамики федерального государственного бюджетного учреждения науки институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта Российской академии наук;

5. ТатаринOV Виктор Николаевич, доктор технических наук, заведующий лабораторией геодинамики федерального государственного бюджетного учреждения науки Геофизический центр Российской академии наук.

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово, отметившее в своём положительном отзыве актуальность, научную новизну и практическую значимость работы.

Экспертная комиссия отмечает, что в диссертации (соответствует пп. 3, 11 паспорта специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика») на основании выполненных соискателем исследований:

1. Спроектирована, реализована и успешно применена специальная установка, дающая возможность осуществления лабораторных испытаний по ГОСТ 25.506.85 с возможностью оказания теплового воздействия на образец во время эксперимента.
2. Выявлена зависимость снижения коэффициента трещиностойкости серых мраморов с ростом температуры в диапазоне 20–100 °С от размера структурных элементов: для мелкозернистого материала снижение составило 5,38 %, среднезернистого – 59,02 % и крупнозернистого – 44,52 %.
3. Установлено, что преобладающим фактором влияния на степень снижения коэффициента трещиностойкости в диапазоне температур 20–100 °С является происхождение породы: для метаморфических пород снижение составляет 5,38–59,02 %, для магматических – 17,95–28,27 %, для осадочных – 23,84 %. Примечательно, что у гранита, известняка, белого мрамора и серых мраморов (средне- и крупнозернистого) снижение коэффициента происходит быстрее в диапазоне 20–60 °С, тогда как у габбро и мелкозернистого серого мрамора процесс ускоряется в диапазоне 60–100 °С.
4. Эмпирическим путем установлено, что насыщение порового пространства осадочных пород при температурах 20–40 °С влияет незначительно или не оказывает влияния вообще на величину коэффициента трещиностойкости.
5. Показано, что насыщение порового пространства известняка флюидом оказывает влияние на снижение коэффициента трещиностойкости в температурном интервале 60–100 °С. Разница между насыщенными и ненасыщенными образцами составила 2,4 % при 60 °С, 1,1 % при 80 °С и 2,36 % при 100 °С.

6. Полученные в рамках данного исследования температурные зависимости коэффициента трещиностойкости осадочных пород приняты к использованию ООО «Газпром геотехнологии» и будут учитываться при проектировании объектов подземного хранения.

**Теоретическая значимость и новизна исследования** применительно к тематике диссертационного исследования (т. е. с получением обладающих новизной результатов) заключается в:

- установлении общих закономерностей изменения значений коэффициента трещиностойкости горных пород различного генотипа в температурном диапазоне от 20 до 100 °С;
- установлении закономерностей изменения значений коэффициента трещиностойкости известняков в температурном диапазоне от 20 до 100 °С в условиях насыщения пор флюидом;
- адаптации и успешном применении гостированной методики определения коэффициента трещиностойкости образцов в форме балки с пропилом при трехточечном нагружении с учетом температурного воздействия на насыщенные и ненасыщенные флюидом образцы.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** заключается в экспериментальном определении фактических значений коэффициента трещиностойкости горных пород разного генезиса при умеренном тепловом воздействии. Данные представляют ценность для расчетов устойчивости массивов и процессов разрушения при выполнении добычных работ на значительных глубинах и могут быть рекомендованы к широкому использованию при проектировании и моделировании геомеханических процессов такими организациями, как ООО «Газпром геотехнологии», ФГБУН ИПКОН РАН, АО «ВНИМИ», ОАО «ВИОГЕМ» и другими. Результаты исследования, касающиеся температурных зависимостей коэффициента трещиностойкости осадочных пород, приняты к использованию ООО «Газпром геотехнологии» и будут применены при проектировании объектов подземного хранения.

**Достоверность результатов исследований** подтверждается следующими факторами:

- использованием проверенных и апробированных методик экспериментальных исследований горных пород;
- согласованностью полученных экспериментальных данных с фундаментальными законами физики, теорией прочности, а также с результатами, опубликованными в научной литературе;

- значительным объемом экспериментального материала, обработанного с использованием стандартных методов математической статистики.

**Личный вклад соискателя** состоит в постановке цели и задач диссертационного исследования; формулировании основных научных положений; проведении анализа научно-технической литературы; разработке специальной установки для реализации испытаний по трехточечной схеме с возможностью одновременного воздействия на образец теплового поля; подготовке образцов и реализации испытаний согласно выбранной методике; обработке и анализе полученных результатов.

Соискатель представил 4 научные публикации, из которых 2 опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Павлова Ильи Алексеевича соответствует критериям раздела 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований решена актуальная научная задача определения закономерностей изменения коэффициента трещиностойкости горных пород при умеренном тепловом воздействии, имеющая важное значение для повышения точности моделирования геомеханических процессов.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Павлову Илье Алексеевичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовало: за 4 человек, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель Экспертной комиссии  А.С. Вознесенский

27.02.2025