

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Кузбасский
государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева», д.т.н.



А.Н. Яковлев

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» на диссертационную работу Павлова Ильи Алексеевича на тему «Изучение закономерностей изменения коэффициента трещиностойкости горных пород при умеренном тепловом воздействии для повышения точности моделирования геомеханических процессов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Актуальность избранной темы

Возможность моделирования в современных пакетах прикладных программ геомеханических процессов обусловила повышение требований к точности значений параметров, характеризующих механическое поведение горных пород при различных напряженно-деформированных состояниях. С развитием инженерной мысли горные работы на сегодняшний день ведутся в самых разных видах по происхождению горных породах, каждый из которых обладает своими уникальными свойствами. Одной из важнейших характеристик механического поведения горных пород, используемых при моделировании, является коэффициент трещиностойкости. Эта величина является ключевым параметром механики разрушения, его значение по умолчанию принимается равным $1 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{0,5}$, что в отсутствие наличия реальных значений показателя неизбежно негативно отражается на точности моделирования.

Известным фактом является то, что с увеличением глубины ведения горных работ увеличивается и температура массива. Изменение теплового поля способно оказывать существенное влияние на свойства горных пород. В настоящий момент закономерности изменения коэффициента трещиностойкости горных пород при умеренном тепловом воздействии (до $100 \text{ }^\circ\text{C}$), влияние на его величину генезиса и насыщенности флюидом порового пространства не изучены. Однако такие данные могут способствовать повышению точности моделирования различных геомеханических процессов на разных глубинах там, где присутствует температурный градиент.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Полученные диссертантом Павловым И.А. в ходе выполнения исследований результаты обладают научной новизной и имеют важное практическое значение.

На основе определенных температурных зависимостей коэффициента трещиностойкости при умеренном тепловом воздействии горных пород разного генезиса, а

также с учетом насыщения флюидом, соискатель выносит на защиту три научных положения:

- установлено, что снижение величины коэффициента трещиностойкости в температурном диапазоне 20 – 100 °С в большей степени определяется генезисом породы. Снижение составило: 5,38 – 59,02 % для метаморфических, 17,95 – 28,27 % для магматических и 23,84 % для осадочных горных пород, при этом скорость снижения коэффициента трещиностойкости при нагревании в температурном диапазоне от 20 °С до 60 °С больше, чем при температурном диапазоне от 60 °С до 100 °С у гранита, известняка, белого мрамора, средне- и крупнозернистого серых мраморов, и наоборот у горных пород габбро и мелкозернистого серого мрамора.
- выявлена тенденция снижения величины коэффициента трещиностойкости при температурном воздействии в диапазоне 20 – 100°С для серых мраморов, отличающихся размером структурных элементов: снижение величины коэффициента трещиностойкости с ростом температуры составило для мелко-, средне- и крупнозернистого материала 5,38 %, 59,02 % и 44,52 % соответственно.
- доказано, что насыщение образцов известняка флюидом не влияет или влияет незначительно на коэффициент трещиностойкости в температурном диапазоне 20 – 40 °С и приводит к снижению коэффициента трещиностойкости при умеренном тепловом воздействии в температурном диапазоне 60 – 100 °С. Коэффициент трещиностойкости насыщенных образцов известняка меньше коэффициента трещиностойкости ненасыщенных при 60 °С на 2,4 %, при 80 °С на 1,1 %, при 100 °С на 2,36 %.

Полученные данные позволяют с увеличением глубины ведения работ прогнозировать изменение коэффициента трещиностойкости горных пород разного генезиса, а также учитывать их насыщенность флюидами.

В ходе выполнения исследований в рамках диссертационной работы была сконструирована установка, позволяющая проводить испытания образцов горных пород в виде балки по трехточечной схеме нагружения с возможностью теплового воздействия непосредственно в момент испытания.

Работа построена традиционно, изложена логично и по своему содержанию, полностью отвечает научно-квалификационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель, показана научная новизна и практическая значимость исследования.

Первая глава посвящена обзору и анализу становления представлений о прочности и разрушении горных пород на основе исследований ученых разного времени. Рассматриваются современные исследования, направленные на определение коэффициента трещиностойкости и влияние на его значение таких процессов, как температурное выветривание. На основании выполненного анализа диссертант формулирует цель исследований и задачи, требующие своего решения.

Вторая глава посвящена описанию методики, используемой в исследовании, а также оборудования, необходимого для достижения поставленных целей исследования. В условиях отсутствия нормативной документации по определению коэффициента трещиностойкости горных пород, в качестве метода исследования диссертантом был выбран государственный стандарт для других материалов. Справедливость применения данной методики также обосновывается диссертантом в рамках второй главы. Подробным образом описывается лабораторная установка, позволяющая реализовать испытания образцов горных пород в виде балки с пропилом и одновременного оказывания на них теплового воздействия.

В третьей главе приводятся результаты исследования, направленные на установление закономерности изменения коэффициента трещиностойкости горных пород разного генезиса с ростом температуры, а также одного генезиса, но разной крупности

зернового состава. Приведены результаты испытаний с разными режимами нагрева образцов горных пород при разных режимах нагрева с целью недопущения негативного влияния температурного градиента. В результате автором доказаны первое и второе научные положения.

В четвертой главе детально приведены результаты исследований, направленных на установление закономерности изменения коэффициента трещиностойкости известняка в насыщенном и ненасыщенном состояниях. В результате автором убедительно было доказано третье научное положение.

В заключении соискателем Павловым И.А. приводятся основные научные и практические результаты работы.

В приложении приведены в форме таблиц все результаты экспериментов, реализованных в рамках диссертационного исследования.

Значимость для науки и производства (практики) полученных автором диссертации результатов заключается в установлении экспериментальным путем температурных зависимостей значения коэффициента трещиностойкости горных пород разного генезиса, разной крупности зерен, а также известняка, как представителя породы-коллектора, в насыщенном и ненасыщенном состояниях.

Ценность работы состоит в определенных экспериментальным путем фактических значений коэффициента трещиностойкости горных пород разного генезиса при умеренном тепловом воздействии, что применимо для расчета процессов разрушения при проведении добычных работ на больших глубинах. Научно-практические результаты, полученные в ходе исследований, рекомендуются к широкому использованию при проектировании и моделировании геомеханических процессов такими организациями, как ООО «Газпром геотехнологии», ФГБУН ИПКОН РАН, АО «ВНИМИ», ОАО «ВИОГЕМ» и другими.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием апробированных на горных породах методик испытаний, непротиворечивостью полученных в ходе экспериментов данных физике, теории прочности, а также ранее опубликованным в научной литературе данным, представительностью по объему экспериментального материала, обработанного с использованием стандартных методик математической статистики.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, оформление

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, ее содержание соответствует поставленным задачам и целям исследования. Результаты, представленные в диссертационной работе, имеют важное научно-практическое значение для решения задач, связанных с расчетами устойчивости массива, процессов разрушения горных пород.

Содержание автореферата в полном объеме соответствует структуре и содержанию диссертации. Диссертация и автореферат написаны грамотным языком, в автореферате в достаточной степени отражены представленные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации.

По теме диссертационной работы опубликованы 4 научные работы, в числе которых 2 в научных периодических изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации.

По работе имеются следующие замечания:

1. В качестве методики испытания используется государственный стандарт, предназначенный для металлов, однако в работе отсутствует сравнение полученных результатов с результатами испытаний по другим методикам.
2. В теме работы упоминается повышение точности моделирования, однако в самой работе не приводятся количественные показатели оценки сходимости результатов моделирования и натурных исследований.

