

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Казакова Константина Сергеевича на тему: «Разработка метода определения анизотропии фильтрационных свойств массива скальных пород, предназначенного для захоронения радиоактивных отходов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3 - «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 20 июня 2024 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 15.04.2024, протокол № 19.

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

Научный руководитель – Гупало Владимир Сергеевич, доктор технических наук, заведующий лабораторией №11 Методологии обоснования безопасности ИБРАЭ РАН (в период руководства – профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ МИСИС).

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (15.04.2024, протокол № 19) в составе:

- Винников Владимир Александрович, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ МИСИС (председатель);

- Еременко Виталий Андреевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ МИСИС;

- Черепецкая Елена Борисовна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ МИСИС;

- Малинникова Ольга Николаевна, доктор технических наук, старший научный сотрудник, 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 (ИПКОН РАН);

- Татаринов Виктор Николаевич, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, заведующий лабораторией геодинамики Геофизического центра Российской академии наук (ГЦ РАН).

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, отметившее в своём положительном отзыве актуальность, научную новизну и практическую значимость работы.

Экспертная комиссия отмечает, что в диссертации (соответствует пп. 9 и 15 паспорта специальности 2.8.3 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр») на основании выполненных соискателем исследований:

1. Установлено, что существующие решения в части количественной характеристики систем трещин в массивах скальных пород прямыми и косвенными

методами с использованием сети разведочных скважин не обеспечивают получение необходимого набора данных для определения неоднородности водопроводящих свойств трещиноватых участков. Определен перечень количественных параметров трещин, оказывающих наибольшее влияние на водопроводящие характеристики исследуемого блока скальных пород (раскрытие трещин и интенсивность трещиноватости, характеристики пространственного положения трещин в массиве – угол падения, азимут падения и простирания трещин).

2. Разработан каротажный исследовательский программно-аппаратный комплекс, позволяющий получать количественные характеристики систем трещин, значимые для оценки водопроводящих свойств массивов скальных горных пород.

3. По результатам полевых исследований существующей сети скважин участка Енисейский получены статистические данные о количественных характеристиках и пространственному положению трещиноватых зон в массиве на разных глубинах. Установлено, что оценка значений определённого по керну модуля трещиноватости является завышенной в сравнении с результатами видеокаротажных обследований, при этом разница в значениях модуля трещиноватости может достигать порядка 10-60% в одних и тех же интервалах.

4. Сформирован метод выделения водопроводящих интервалов массива скальных горных пород, предназначенного для захоронения радиоактивных отходов, основанный на совместном применении видео-, гамма-гамма плотностного, а также акустического каротажей. Определены необходимые для надежного выявления водопроводящих интервалов условия: средние значения снижения скоростей прохождения и амплитуд продольных акустических волн (Р-волн) не менее чем на 9% и 22%, поперечных акустических волн (S- волн) – не менее чем на 20% и 40%; уменьшения значений коэффициентов эффективного затухания не менее чем на 48% и 53% для Р- и S- волн соответственно; снижение интенсивности поглощения искусственного γ -излучения (^{137}Cs) в среднем, на 6%.

5. Установлено, что анизотропия фильтрационных свойств трещиноватого интервала горных пород может быть количественно охарактеризована с применением расчётного метода определения тензора трещинной проницаемости, базирующегося на количественных параметрах сети трещин, включая их пространственное положение.

6. Разработана «Методика определения анизотропии фильтрационных свойств водопроводящих интервалов скальных пород скважинными методами», переданная в АО «Красноярскгеология» для практического использования при выполнении работ из состава мероприятий утвержденной в 2018 году Директором по государственной политике в области РАО, ОЯТ и ВЭ ЯРОО Госкорпорации «Росатом» О.В. Крюковым «Комплексной программы исследований в обоснование долговременной безопасности захоронения РАО и оптимизации эксплуатационных параметров».

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

–формировании критериев отнесения трещиноватых зон в массиве скальных горных пород участка Енисейский к водопроводящим, основанных на величинах раскрытия, плотности и пространственного положения трещин, гамма-активности пород, степени

ослабления интенсивности искусственного гамма-излучения и параметрах распространения упругих волн в массиве;

–определении недостаточной эффективности подхода использования оценок трещиноватости по результатам анализа неориентированного кернового материала, отобранного при стандартной технологии колонкового бурения, в виду завышения количественных параметров плотности трещинной сети по сравнению с результатами видеокаротажных исследований;

–обосновании необходимого перечня методов каротажных исследований, позволяющих выделять потенциально водопроводящие трещиноватые зоны в незакрепленных стволах скважин для последующего проведения опытно-фильтрационных работ с применением поинтервальной изоляции исследуемого интервала;

–предложении использовать расчётный метод определения тензора трещинной проницаемости для оценки анизотропии фильтрационных свойств водопроводящих интервалов с использованием данных, полученных по результатам проведения комплекса скважинных исследований на потенциально пригодном для захоронения радиоактивных отходов участке.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в разработке каротажного программно-аппаратного комплекса, предназначенного для работы в водонаполненных разведочных скважинах и позволяющего определять количественные параметры раскрытия трещин, включая их пространственное положение и координатную привязку; а также разработке Методики определения анизотропии фильтрационных свойств водопроводящих интервалов скальных пород скважинными методами, переданной в АО «Красноярскгеология» для практического использования при реализации работ из состава «Комплексной программы исследований в обоснование долговременной безопасности захоронения РАО и оптимизации эксплуатационных параметров», утвержденной в 2018 году Директором по государственной политике в области РАО, ОЯТ и ВЭ ЯРОО Госкорпорации «Росатом» О.В. Крюковым. Полученные при проведении исследований результаты могут быть рекомендованы для практического применения горно-геологическим предприятиям, выполняющим поиск и разведку участков возможного захоронения радиоактивных отходов в скальных массивах, а также организациям – разработчикам программного обеспечения, в том числе выполняющим прогнозные модельные расчеты долговременной безопасности глубинного захоронения РАО в массивах скальных пород, а также учреждениям науки и образования (профильным институтам РАН и университетам, осуществляющим подготовку горных инженеров).

Достоверность результатов исследований подтверждается использованием апробированных методик полевых и лабораторных исследований параметров трещиноватости и водопроводящих свойств скальных массивов; применением для расчетов водопроводящих свойств скальных массивов фактических данных о количественных параметрах трещинной сети, полученных в ходе каротажных и опытно-фильтрационных работ на участке Енисейский; удовлетворительной сходимостью результатов оценок водопроводимости трещиноватых горных пород, полученных с применением полевых и расчётных методов.

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач диссертационного исследования; формулировании основных научных положений; проведении анализа

научно-технической литературы; применении для оценки анизотропии фильтрационных свойств расчётного метода определения тензора трещинной проницаемости, базирующегося на количественных параметрах сети трещин, включая их пространственное положение; разработке Методики определения анизотропии фильтрационных свойств водопрводящих интервалов скальных пород скважинными методами и каротажного исследовательского программно-аппаратного комплекса, позволяющего получать количественные характеристики систем трещин, значимые для оценки водопрводящих свойств массивов скальных горных пород.

Соискатель представил 7 печатных работ, из которых 2 работы в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и в базы Web of Science/Scopus по специальности диссертации.

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

Диссертация Казакова Константина Сергеевича 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 выделения водопрводящих участков в массиве скальных горных пород, предназначенном для захоронения радиоактивных отходов, и оценки анизотропии их фильтрационных свойств, что имеет важное значение для обеспечения безопасности объектов ПЗГРО и развития атомной отрасли в целом.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Казакову Константину Сергеевичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3 - «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

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

Председатель Экспертной комиссии



В.А. Винников

20.06.2024