

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по диссертации **Кравченко Олега Сергеевича** на тему «Влияние температурных воздействий на акустико-эмиссионные эффекты при различных режимах механического нагружения каменной соли», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр» и состоявшейся в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») 17 ноября 2020 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 21 от 14.09.2020 г.).

Диссертация выполнена на кафедре физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ «МИСиС».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Шкуратник Владимир Лазаревич, профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 21 от 14.09.2020 г.) в составе:

1. Винников Владимир Александрович, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ «МИСиС» – председатель комиссии;

2. Черепецкая Елена Борисовна, доктор технических наук, профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ МИСиС;

3. Вознесенский Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля НИТУ «МИСиС»;

4. Пономарев Александр Вениаминович, доктор физико-математических наук, руководитель научного направления Федерального бюджетного учреждения науки «Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук» (ИФЗ РАН);

5. Смирнов Владимир Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физики Земли» физического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» (МГУ им М.В. Ломоносова).

В качестве ведущей организации утвержден Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ПФИЦ УрО РАН).

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований (соответствуют п. 17 паспорта специальности 25.00.16 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»:

- показано, что скорость одноосного деформирования и температура образцов каменной соли, наряду с их индивидуальными структурными особенностями, оказывают существенное влияние на активность возникающей на каждой стадии деформирования акустической эмиссии (АЭ). При переходе через границы указанных стадий активность АЭ меняется не монотонно, проявляя характерные особенности, позволяющие надежно идентифицировать каждую из стадий, и оценивать значения пределов упругости и длительной прочности;

- показано, что при испытании образцов каменной соли по схеме Кармана и различных температурах активность АЭ, как и при одноосном нагружении, испытывает на границах между стадиями деформирования аномальные изменения. Однако в пределах каждой стадии активность АЭ носит более упорядоченный характер без существенных аномальных выбросов. Это позволяет на основе акустико-эмиссионных измерений более четко выделять указанные границы и оценивать по ним значения пределов упругости и длительной прочности относительно величины девиатора напряжений;

- доказано, что температурные воздействия оказывают существенное влияние на процессы деформирования образцов каменной соли в условиях их одноосного статического нагружения, играя роль спускового механизма перехода от стадии устойчивой к стадии прогрессирующей ползучести. Момент такого перехода может быть идентифицирован по почти двукратному скачкообразному и последующему экспоненциальному возрастанию активности АЭ;

- показано, что акустико-эмиссионный эффект памяти в каменной соли устойчиво проявляется при высоких (вплоть до 80°C) температурах. Память сохраняется при переходе от низких к высоким температурам, то есть, АЭ первого цикла нагружения при высокой температуре позволяет восстановить значение максимального напряжения предшествующего цикла при низкой температуре. В случае, когда предшествующий цикл нагружения осуществлялся при высокой температуре, а последующий - при низкой, память не сохраняется. Аналогичные закономерности проявления памяти, но при меньшем показателе

её сохранности, имеют место в условиях постоянства максимальных значений напряжений в последовательных циклах.

Теоретическая значимость и новизна исследования:

применительно к тематике диссертационного исследования (т.е. с получением обладающих новизной результатов):

- **установлены** закономерности активности АЭ на различных стадиях одноосного и трёхосного деформирования каменной соли и границах между этими стадиями в функции от температурных воздействий, выявлено влияние последних на смещение указанных границ и оцениваемые по ним свойства геоматериала;

- **установлены** закономерности изменения активности АЭ в условиях одноосного механического и термического нагружения каменной соли при переходе от стадии устойчивой к стадии прогрессирующей ползучести;

- **установлены** особенности проявления акустико-эмиссионного эффекта памяти в каменной соли при её циклическом нагружении с возрастающим и постоянным уровнем максимальной нагрузки в условиях высоких температур, а также прямого и обратного перехода между низкими и высокими температурами.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики.** Полученные результаты исследований позволят повысить качество информационного обеспечения проектирования подземных хранилищ газа (ПХГ) в соляных отложениях за счёт учёта при лабораторных акустико-эмиссионных измерениях реальных термобарических условий, имеющих место в массиве. Эти результаты переданы в ООО «Газпром геотехнологии», которым используются для определения свойств и состояния соляных горных пород при сооружении Калининградского, Волгоградского и Новомосковского ПХГ.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** подтверждаются: корректной постановкой задач исследования; соответствием экспериментальных и предсказываемых теоретическими моделями закономерностей АЭ при деформировании пластичных геоматериалов; представительным объёмом экспериментальных исследований, проведённых с использованием средств измерений с высокими метрологическими характеристиками; непротиворечивостью данных деформационных и АЭ измерений; удовлетворительной сходимостью и воспроизводимостью результатов многократных АЭ измерений на прошедших цензурирование образцах.

**Личный вклад соискателя** состоит в:

постановке цели и задач работы, сборе, обобщении и анализе научно-технической информации по теме диссертации, непосредственном участии в

проведении экспериментальных и теоретических исследований, анализе, обработке и интерпретации полученных данных, формулировке основных научных положений и выводов диссертации.

Основные положения и результаты работы отражены в 8 печатных работах, из которых 5 - в изданиях, входящих в рекомендуемый перечень ВАК РФ; 3 - в изданиях, входящих в базы Web of Science/Scopus.

Диссертация Кравченко О.С. соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней на основании выполненных автором экспериментальных и теоретических исследований решена актуальная научная задача установления закономерностей проявления акустической эмиссии при различных режимах механического нагружения образцов каменной соли и температурных воздействиях.

Экспертная комиссия приняла решение ходатайствовать перед Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» о присуждении О.С. Кравченко ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «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, проголосовала:

за - 5 , против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель Экспертной комиссии

*В. Винников*

Винников В.А.

17.11.2020 г