

УТВЕРЖДАЮ

Директор «ГИ УрО РАН»

д.т.н., проф.

Санфиров И. А.

2023г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

«Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН») на диссертационную работу Осипова Юханны Владимировича «Определение прочностных, деформационных и реологических свойств бишофитовой породы в условиях одноосного и трехосного напряженного состояния», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

1. Актуальность работы

В процессе бурения в хемогенных отложениях возникают осложнения, связанные со специфическими горно-геологическими условиями залегания и слабой изученности механических свойств бишофитовой породы: прочностных, деформационных и реологических свойств. В связи с этим, одним из важных факторов при сооружении подземных хранилищ газа является определение механических свойств горных пород различных типов, к которым относятся галогенные породы и, в частности, бишофит. Их знание дает возможность прогнозировать устойчивость подземных хранилищ на длительный срок, что важно для практики. Недостаточность изученности механических свойств бишофитовой породы определяет актуальность данного исследования.

2. Структура и основное содержание диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, 5-и глав, заключения и списка использованной литературы, содержащего 134 источников, и 1 приложение. **Первая глава** содержит анализ современного состояния в области экспериментального изучения процессов деформирования и разрушения соляных горных пород. Особое внимание уделено степени изученности прочностных, деформационных и реологических свойств соляных пород. На основе проведенного анализа сформулирована цель диссертационной работы и задачи. **Вторая глава** посвящена подготовке образцов, а также испытательного и измерительного оборудования для проведения исследований. В **третьей главе** уделено внимание экспериментальному определению прочностных свойств бишофитовой породы в одноосном и трехосном напряженном состоянии, а также определению ее деформационных характеристик в условиях одноосного напряженного состояния. **Четвертая глава** посвящена экспериментальному определению реологических свойств бишофитовой породы в режиме одноосного ступенчатого нагружения. Отмечено, что даже при незначительном механическом воздействии образцы бишофитовой породы проявляют свои ярко выраженные реологические свойства. **Пятая глава** посвящена экспериментальному определению реологических свойств бишофитовой породы в трехосном напряженном состоянии. Установлено, что при уменьшении осевых напряжений, действующих на образцы бишофитовой породы, вследствие их деформирования и роста поперечного сечения, скорость ползучести не затухает, а остается постоянной. По результатам проведенных исследований также установлено, что при разности главных напряжений больше 8 МПа у бишофитовой породы отмечен переход в прогрессирующую ползучесть, что нехарактерно для соляных пород, в частности для образцов каменной соли. Проведенные исследования позволили разработать алгоритм и программу для ЭВМ получения искомых кривых ползучести для любой заданной разности главных напряжений.

3. Научная новизна исследований заключается в следующем:

- в установлении, что деформационные свойства бишофитовой породы следует определять на участках деформационных кривых, соответствующих увеличению нагрузки, так как при стандартном циклическом испытании в каждом последующем цикле на участке разгрузки образца бишофитовой породы продольные деформации не уменьшаются, а, напротив, увеличиваются из-за отчетливого проявления реологических свойств;
- в установлении закономерности изменения предела прочности при объемном сжатии бишофитовой породы от величины бокового давления, а также сравнение полученных результатов с результатами, полученными на образцах каменной соли;
- в установлении зависимости между деформациями бишофитовой породы при одноосном ступенчатом нагружении и трехосных испытаниях;
- в разработке программы для расчета и построения кривых ползучести горных пород для произвольных разностей главных напряжений.

4. Практическая значимость и реализация результатов.

Получена феноменологическая модель, которая включает в себя параметры упругости и параметры вязкости. Данная модель удовлетворительно описывает кривые ползучести образцов бишофитовой породы. Показано, что с увеличением разности главных напряжений параметры упругости и параметры вязкости уменьшаются, что описывает последовательный переход бишофитовой породы от упругой стадии к затухающей, установившейся и прогрессирующей ползучести.

Все полученные результаты диссертационной работы в виде численных данных по экспериментальным кривым ползучести бишофитовой породы, а также разработанная программа для ЭВМ «Программа для расчета и построения кривых ползучести горных пород при заданном напряжении В-Среер, версия 1.0» переданы в ООО «Газпром геотехнологии» для практического использования.

5. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются:

- достаточным количеством экспериментальных данных по определению прочностных, деформационных и реологических свойств бишофитовой породы, необходимым для обеспечения статистической значимости результатов;
- стабильностью химического состава по всем исследованным образцам бишофитовой породы, что дало основание для испытания их в одной группе;
- применением при проведении экспериментальных исследований поверенного измерительного и испытательного оборудования с высокими метрологическими свойствами, позволяющего получать корректные результаты, как в режиме одноосного сжатия, так и в трехосном напряженном состоянии;
- удовлетворительной сходимостью результатов, полученных при помощи лабораторных исследований на образцах бишофитовой породы и численным моделированием;
- применением для обработки экспериментальных данных программных пакетов хорошо зарекомендовавших себя при аналогичных экспериментах.

6. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития геомеханики и изучения механических свойств горных пород.

В диссертационной работе получены новые результаты, которые представляют интерес для специалистов и организаций, областью деятельности которых является проектирование, строительство и эксплуатация подземных сооружений в соляных отложениях. Результаты работы представляют интерес и для организаций, которые занимаются лабораторными исследованиями свойств соляных горных пород и геомеханическими расчетами.

7. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что по актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа заслуживает высокой оценки, соответствует требованиям «Положения о

присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), также отвечает требованиям положения «О порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС.

8. Публикации и апробация результатов работы.

Результаты научных исследований, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на Международных и Всероссийских конференциях и опубликованы в 10 статьях, в том числе 5 из них в изданиях, рекомендованных в перечне ВАК Минобрнауки РФ и в 3 изданиях, индексируемых в наукометрических базах Scopus и Web of Science.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

9. По работе имеются несколько замечаний, которые заключаются в следующем:

1. С нашей точки зрения, не совсем удачно сформулировано 3-е научное положение в части влияния “нормированных по максимуму на каждой ступени величин деформаций” на ползучесть бишофитовой породы и каменной соли. Из предложенной формулировки не понятно, что значит “нормированных по максимуму”, а также проводилась ли нормировка напряжений, и если да, то на какую величину?
2. На странице 66 диссертационной работы в таблице 3.4, где приведены статистические параметры деформационных свойств образцов бишофита, коэффициент вариации модуля деформации является высоким. Представляется, что для получения достоверных оценок необходимым является увеличение количества испытаний.
3. Вызывает сомнение величины разрушающих продольных деформаций каменной соли, приведенных на диаграммах деформирования (стр. 61, 63), которые составляют примерно 0,3 %.

10. Заключение

Диссертация Осипова Юханны Владимировича «Определение прочностных, деформационных и реологических свойств бишофитовой породы в условиях одноосного и трехосного напряженного состояния», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», является законченной научно-квалификационной работой.

Работа соответствует паспорту специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов представленная работа соответствует требованиям и критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, включая соответствие критерию, установленного пунктом 2.6 Положения, а ее автор Осипов Юханны Владимирович заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Отзыв подготовлен:

Научный руководитель «ГИ УрО РАН»,
академик РАН, д.т.н., проф.

А.А. Барях

Старший научный сотрудник лаборатории
физических процессов освоения георесурсов
«ГИ УрО РАН», к.т.н., доцент

И.Л. Паньков

Отзыв заслушан и обсужден на заседании Ученого совета «ГИ УрО РАН» протокол № 5 от 10 мая 2023 г.

Тел.: +7 (342) 216-75-02; e-mail: arc@mi-perm.ru

614007, Российская Федерация, город Пермь, улица Сибирская, дом 78а

Подписи научного руководителя «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН») академика РАН, доктора технических наук, профессора Баряха Александра Абрамовича и старшего научного сотрудника лаборатории физических процессов освоения георесурсов «ГИ УрО РАН» кандидата технических наук, доцента Панькова Ивана Леонидовича удостоверяю.

Главный специалист по кадрам
«ГИ УрО РАН»



С.Г. Дерюженко

15.05.2023