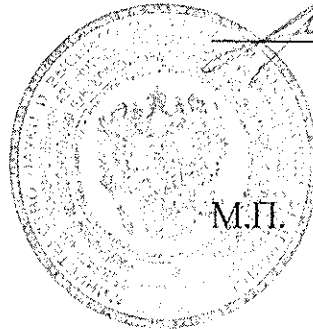


## УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям  
Федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный  
исследовательский технологический  
университет «МИСИС», доктор технических  
наук, профессор



*[Handwritten signature]*  
М.Р. Филонов

« 29 » августа 2023 г.

### О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию Катерова Андрея Максимовича  
на тему «Геомеханическое обоснование параметров крепи глубоких стволов при освоении  
калийных месторождений в сложных горно-геологических условиях», представленную  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная  
теплофизика

На отзыв представлена диссертация на тему «Геомеханическое  
обоснование параметров крепи глубоких стволов при освоении калийных  
месторождений в сложных горно-геологических условиях», состоящая из  
введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 122 и  
2-х приложений.

#### 1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа соискателя посвящена решению актуальной  
научной задачи – разработке методики расчета параметров крепи глубоких

ОТЗЫВ  
ВХ. № 9-203 от 08.09.23  
ЛУ УС

стволов в соляных породах, обеспечивающих долговременную устойчивость конструкций и надежность эксплуатации вертикальных горных выработок.

Актуальность избранной темы обуславливается тем, что строительство и эксплуатация стволов в породах, склонных к длительной ползучести, представляет собой сложную геотехническую задачу, при этом единой методики расчёта крепи для данных условий в настоящее время не существует. Это приводит к тому, что многие стволы уже через 3 - 4 года эксплуатации имеют те или иные нарушения крепи и армировки.

В диссертации соискателя на основании комплекса теоретических и экспериментальных исследований решены следующие основные задачи:

1. Анализ существующих моделей деформирования соляных пород, конструктивных решений крепи вертикальных стволов и методик расчета параметров.

2. Выявление и анализ развития геомеханических процессов соляного массива при строительстве вертикальных стволов и оценка технического состояния крепи, взаимодействующей с породным массивом.

3. Обобщение результатов натуральных наблюдений за развитием напряженного состояния крепи вертикальных стволов и деформаций породных обнажений на больших глубинах.

4. Определение реологических закономерностей деформирования соляных пород по данным лабораторных испытаний и обоснование модели длительного деформирования соляных пород и ее параметров, отражающих действительный характер ее механического поведения.

5. Разработка численных моделей прогноза напряженно-деформированного состояния породного массива системы “крепь вертикального ствола – породный массив” для протяженного участка.

6. Совершенствование методики расчета крепей вертикальных стволов в соляных породах на больших глубинах и разработка конструкций крепи, обеспечивающих безопасный режим работы в течении всего срока эксплуатации.

Таким образом, **научное значение** диссертации заключается в развитии методов расчета напряженно-деформированного состояния тюбинговой крепи глубоких вертикальных стволов, пройденных в соляных породах, а также на контакте ангидрит-доломитовых и соляных пород калийных месторождений.

## **2. Научная новизна диссертации**

Научная новизна полученных в диссертационной работе результатов заключается в следующем:

1. Установлены зависимости развития напряженно-деформированного состояния крепей вертикальных стволов во времени в зависимости от принятой конструкции крепи и ее параметров.

2. Получены уточняющие коэффициенты для перехода от величин напряжений, реализуемых в чугунной тюбинговой крепи, представленной как многослойная среда, к напряжениям с учетом объемной геометрической конфигурации крепи.

3. Разработана методика построения численных моделей прогноза напряженно-деформированного состояния системы “крепь глубокого вертикального ствола – соляной породный массив” включая и участки контакта двух породных слоев, обладающих различными деформационными характеристиками.

4. Усовершенствована методика расчета нагрузок на крепь и выбора типа и параметров крепи глубоких вертикальных стволов соляных месторождений.

## **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность полученных результатов подтверждается сопоставлением результатов натуральных наблюдений с результатами работ других исследователей, а также с результатами современных методов численного моделирования в рамках механики сплошной среды.

#### 4. Научные результаты, их ценность

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития геомеханики не вызывают сомнений. На защиту вынесены следующие научные положения:

1. Прогноз смещений массива соляных пород, вмещающего горную выработку на больших глубинах, должен учитывать различные стадии ползучести, обусловленные горногеомеханическими условиями и корректность обоснования размеров численной модели.

2. Прогноз напряженно-деформированного состояния крепи вертикального ствола необходимо выполнить в пространственной постановке с учетом ее геометрической конфигурации и нелинейного поведения материала.

3. Выбор параметров крепи вертикального ствола на участке контакта породных слоев должен учитывать геомеханическое поведение массива при формировании напряженно-деформированного состояния ее конструкции.

Данные положения расширяют известные научные знания в области геомеханики, в части прогнозирования напряженно-деформированного состояния массива соляных пород при строительстве и эксплуатации глубоких вертикальных стволов, а также оценке напряженно-деформированного состояния комбинированных конструкций крепей со слоем податливости.

Тематика и содержание публикаций **Катерова Андрея Максимовича** в полной мере отражают научные результаты и содержание диссертационной работы. Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в 1 статье - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получен 1 патент.

## **5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

1. Разработка численной модели прогноза напряженно-деформированного состояния породного массива системы «крепь вертикального ствола – породный массив».

2. Разработка методики расчета крепей глубоких вертикальных стволов в соляных породах.

3. Разработка новых и совершенствование существующих конструкций крепей глубоких вертикальных стволов на протяженных участках.

4. Результаты и рекомендации диссертационной работы приняты к использованию при определении параметров крепи вертикальных стволов на различных месторождениях полезных ископаемых, добываемых подземным способом, и применены в проектной деятельности компании АО «Гипроцветмет». Акт о внедрении от 27.04.2023 г., утвержден генеральным директором Липницким Н.А.

## **6. Рекомендации по использованию результатов работы**

Разработанная автором методика построения численной модели расчета нагрузок на крепь глубоких вертикальных стволов и величины переводных коэффициентов может быть использован компаниями, осуществляющими проектную деятельность в сфере подземного строительства и добычи полезных ископаемых. Также основные результаты могут быть применены профильными научными организациями и научно-исследовательскими центрами при выполнении работ по проектированию и обоснованию параметров крепи вертикальных стволов.

## **7. Замечания и вопросы по работе**

По диссертационной работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. В первом научном положении говорится о применении реологической модели, описывающей различные стадии ползучести, однако математически модель описывает только стадию установившейся ползучести.

2. Параметры реологической модели, принятой для расчета условий Нивенского месторождения, не обоснованы полноценными экспериментальными исследованиями.

3. Научные положения, выносимые на защиту, носят общий характер и не отражают полученных автором конкретных научных результатов.

#### **8. Заключение по диссертации**

В целом, диссертация Катерова Андрея Максимовича на тему «Геомеханическое обоснование параметров крепи глубоких стволов при освоении калийных месторождений в сложных горно-геологических условиях», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», представляет законченную научную работу, имеющую научную новизну, теоретическую и прикладную значимость. Диссертация и автореферат Катерова Андрея Максимовича написаны грамотным языком. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации и отражает ее основные положения.

Диссертация «Геомеханическое обоснование параметров крепи глубоких стволов при освоении калийных месторождений в сложных горно-геологических условиях», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6. «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Катеров Андрей Максимович заслуживает присуждения ученой степени кандидат технических наук по специальности 2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Катерова Андрея Максимовича обсужден и утвержден на заседании кафедры «Строительства подземных сооружений и горных предприятий» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», протокол №1 от 29.08.2023 года.

Председатель заседания

Заведующий кафедрой «Строительства подземных сооружений и горных предприятий» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

д.т.н., профессор

Панкратенко Александр Никитович

Секретарь заседания

Ассистент, ученый секретарь кафедры «Строительства подземных сооружений и горных предприятий» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Сутупов Павел Владимирович

Подпись Панкратенко А.Н., председателя заседания и Сутупова П.В., секретаря заседания

М.П.



КУЗНЕЦОВА А.В.

29.08.23

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Почтовый адрес: 119049, Москва, Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1

Официальный сайт в сети Интернет: <https://misis.ru/>

эл. почта: [kancela@misis.ru](mailto:kancela@misis.ru) телефон: +7 495 955-00-32