

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Пригара Андрея Михайловича** на тему «Научно-методические основы оценки и прогноза устойчивости природно-технических систем при подземной разработке соляных месторождений», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Тема диссертационного исследования Пригара А.М. является актуальной для современной инженерной геологии, горного дела и геофизики. В работе рассматриваются вопросы устойчивости природно-технических систем (ПТС), включающих подземные сооружения и вмещающий инженерно-геологический массив соляных месторождений. Актуальность обусловлена сохраняющейся аварийностью на соляных рудниках, несмотря на соблюдение существующих нормативных требований. В мире затоплено большое количество соляных рудников, а продолжающиеся аварии указывают на недостаточную детальность инженерно-геологических моделей и ограниченную эффективность систем мониторинга. В связи с этим разработка научно-методических основ оценки и прогноза устойчивости ПТС на базе высокоразрешающих геофизических методов, в частности шахтной сейсморазведки, является своевременной и практически значимой задачей.

Целью работы является разработка научно-методических основ инженерно-геологической оценки и прогноза устойчивости природно-технических систем для повышения безопасности строительства и эксплуатации подземных сооружений при разработке соляных месторождений.

Объектом исследований выступают природно-технические системы, включающие литосферный блок в виде инженерно-геологического массива соляного месторождения и взаимодействующие с ним подземные сооружения.

Предметом исследований являются закономерности формирования инженерно-геологических условий соляных месторождений и условия устойчивости ПТС, определяющие безопасность сооружений при подземной разработке.

Идея работы базируется на оценке и прогнозе устойчивости ПТС на основе выявления закономерностей строения и свойств инженерно-геологического массива с использованием высокоразрешающей шахтной сейсморазведки, позволяющей получать детальную информацию о структурных и физико-механических характеристиках геологической среды.

Для достижения поставленной цели автором решены следующие основные задачи: оценка особенностей геологической среды соляных месторождений и выявление сочетаний факторов, приводящих к опасным процессам; создание программно-алгоритмического комплекса для численного моделирования и

обработки волновых полей; формирование методики шахтных полевых сейсморазведочных работ; разработка высокоразрешающего метода шахтной сейсморазведки на поперечных волнах с разделением отражений (ПВРО); получение новых сведений об инженерно-геологических условиях; комплексный анализ условий, сопутствующих опасным процессам; формирование инженерно-геологических моделей ПТС; разработка методики выявления изменений в структурных характеристиках геологического разреза; создание системы сейсмического мониторинга состояния гидроизолирующих целиков; апробация и внедрение результатов.

Научная новизна работы заключается в следующем. Разработан и научно обоснован новый метод шахтной сейсморазведки ПВРО, включающий оптимальную ориентацию источника и приёмников, двухлинейную систему возбуждения, математический аппарат для разделения интерферирующих отражений и достижение разрешающей способности 1–2 м. Впервые выявлены каньонообразные эрозионные врезы на ВКМС, установлены критерии их идентификации и создана динамическая модель их возникновения. Разработаны инженерно-геологические модели ПТС, учитывающие геологическое строение, геоморфологические и тектонические признаки с выделением структурных элементов по различиям в упругих свойствах пород. Установлены количественные закономерности влияния структурных параметров на риск возникновения опасных процессов, что позволило создать формализованную методику оценки состояния водозащитной толщи. Создана технология анализа и прогноза состояния гидроизолирующих целиков на основе мониторинга геометрических и инженерно-геологических характеристик методом ПВРО в горизонтальной плоскости.

Практическая значимость выполненных исследований подтверждается созданием и внедрением метода шахтной сейсморазведки ПВРО (патент РФ), обеспечивающего детальное изучение геологического строения водозащитной толщи и состояния целиков с разрешающей способностью до 1–2 м. Разработанное программное обеспечение (12 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ) используется при обработке и интерпретации данных, численном моделировании и районировании. Полученные новые геологические сведения учтены при построении инженерно-геологических моделей участков ВКМС, проектировании горных работ, разведке и доразведке месторождения, а также при разработке проектов ликвидации участков шахтных полей. Разработанные методики и классификации состояний ПТС позволяют выделять участки с недопустимым риском активизации опасных процессов и своевременно корректировать проектные решения, что повышает безопасность горных работ.

Достоверность полученных результатов обеспечена сопоставлением результатов теоретических и натурных экспериментов, заверкой итогов оценки и

прогноза инженерно-геологических условий контрольным бурением и маркшейдерскими наблюдениями на промышленных объектах.

Результаты проведенных исследований докладывались и обсуждались на многочисленных международных и всероссийских конференциях. Основные положения диссертации отражены в 70 публикациях, из них 23 – в изданиях из перечня ВАК, 19 – в изданиях, индексируемых в Scopus, 4 патента на изобретение, 12 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, 1 монография.

К автореферату имеется замечание. Ключевым преимуществом метода ПВРО является заявленная разрешающая способность 1–2 м. Однако в тексте автореферата недостаточно раскрыто, как эта цифра подтверждается экспериментально на реальных объектах ВКМС. Без этого утверждение о высокой детальности остается теоретическим.

Несмотря на сделанное замечание, представленное диссертационное исследование заслуживает высокой оценки. Широкое предметное поле работы, обзор и анализ важных современных вопросов, предложенные соискателем решения свидетельствуют о новизне и значимости, как теоретической, так и практической, работы А. М. Пригары.

Диссертационная работа Пригара Андрея Михайловича соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а также паспорту научной специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение. Рекомендую присуждение ученой степени доктора технических наук.

Я, Путилов Иван Сергеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доктор технических наук, профессор,
Руководитель по геологическому сопровождению
проектов Пермского региона и Республики Коми,
ООО «Лукойл-Инжиниринг»

И.С. Путилов

Почтовый адрес: 614015, г. Пермь, ул. Пермская, 3а.
Телефон: +7 (952) 6628000
Адрес электронной почты: Ivan.Putilov@lukoil.com

Подпись Путилова И.С. удостоверяю: