

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.

Рассматриваемая работа посвящена актуальной научно-практической проблеме - оценке и прогнозу устойчивости природно-технических систем при подземной разработке соляных месторождений. Значимость темы не вызывает сомнений, поскольку эксплуатация соляных месторождений связана с высоким уровнем геологического, гидрогеологического и геомеханического риска. Аварии на соляных рудниках приводят не только к утрате горных выработок и запасов полезных ископаемых, но и к масштабным социально-экономическим и экологическим последствиям. В этом отношении выбранное направление исследований является своевременным и практически востребованным.

Цель диссертационной работы сформулирована достаточно четко и состоит в разработке научно-методических основ инженерно-геологической оценки и прогноза устойчивости природно-технических систем для повышения безопасности строительства и эксплуатации подземных сооружений при разработке соляных месторождений. Поставленные задачи логично вытекают из цели исследования и охватывают широкий круг вопросов: от анализа инженерно-геологических условий соляных массивов и численного моделирования волновых полей до разработки методик шахтной сейсморазведки, построения инженерно-геологических моделей, районирования территории по риску опасных процессов и мониторинга гидроизолирующих целиков.

К числу сильных сторон работы следует отнести значительный объем фактического материала. Исследования опираются на результаты многолетних опытных, научно-исследовательских и производственных работ, выполненных при непосредственном участии автора в течение 28 лет. Это обстоятельство существенно повышает практическую ценность диссертации и свидетельствует о глубокой вовлеченности автора в рассматриваемую проблематику.

Научная новизна работы связана прежде всего с разработкой и обоснованием метода шахтной сейсморазведки на поперечных волнах с разделением отражений - ПВРО. Автором показано, что в условиях полного пространства, характерных для подземных горных выработок, традиционные подходы к сейсморазведочным исследованиям не всегда обеспечивают надежное выделение отражений от целевых геологических границ. Предложенное использование горизонтально ориентированного источника и приемников при исследованиях в вертикальной плоскости, а также двухлинейной системы возбуждения для разделения отражений из верхнего и нижнего полупространств представляется методически обоснованным. Важным результатом является достижение заявленной разрешающей способности порядка 1–2 м, что имеет существенное значение для изучения строения водозащитной толщи и выявления локальных опасных неоднородностей.

Существенным достоинством работы является сочетание численного моделирования, натурных экспериментов и производственной апробации. Использование программ Ansys, Tesserai и авторского программного комплекса позволило обосновать параметры метода ПВРО и выявить особенности распространения упругих волн в условиях подземного пространства. При этом результаты моделирования сопоставлены с данными натурных исследований, что повышает достоверность сделанных выводов.

Значимый научный и практический интерес представляют разработанные инженерно-геологические модели природно-технических систем соляных месторождений. Предложенная трехстадийная технология построения моделей - по данным бурения, с учетом данных горных выработок и с привлечением результатов шахтной сейсморазведки ПВРО - выглядит логичной и практически реализуемой. Особенно важным является то, что применение метода ПВРО позволило выявить ранее неизвестные для Верхнекамского месторождения каньонообразные

эрозионные врезы, уточнить морфологию инверсионного рельефа, выявить зоны замещения и особенности залегания отдельных литологических элементов разреза. Эти сведения имеют непосредственное значение для оценки устойчивости водозащитной толщи и безопасности горных работ.

Положительной оценки заслуживает попытка автора формализовать оценку риска наличия опасных инженерно-геологических процессов. В работе предложены нормированные признаки, учитывающие литологические, структурные и морфологические факторы: наличие гипсово-глинистой шляпы, замещения карналлитов, поднятия по кровле солей, угол падения крыльев поднятия, мощность ритмопачек и покрывающей каменной соли, расстояние от оси поднятия и особенности рельефа. На основе этих признаков выполнено районирование Верхнекамского месторождения по риску развития опасных процессов. Такой подход представляется перспективным, поскольку переводит оценку инженерно-геологических условий из преимущественно описательной области в область количественно формализованного анализа.

Практическая значимость работы является высокой. Разработанные методики и программные продукты внедрены в производственный процесс, защищены патентом и свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ. Полученные результаты могут использоваться при проектировании, строительстве, эксплуатации и ликвидации участков шахтных полей, а также при совершенствовании нормативно-технической документации по инженерно-геологическим изысканиям и мониторингу природно-технических систем на соляных месторождениях.

Отдельного внимания заслуживает методика детального сейсмического анализа и мониторинга состояния гидроизолирующих целиков. Автор обосновывает возможность применения адаптированного метода ПВРО в горизонтальной плоскости с регистрацией продольных и поперечных волн для оценки ширины целиков, упругих параметров, предела прочности на сжатие и степени нагружения. Данный подход является практически важным, поскольку контроль состояния гидроизолирующих целиков в условиях ликвидации или частичного затопления участков шахтных полей часто затруднен или невозможен традиционными методами.

Вместе с тем работа не лишена отдельных дискуссионных моментов.

1. Критерий 2σ для сейсмических атрибутов. Использование выхода сейсмических атрибутов за пределы 2σ как признака аномальности является понятным и распространенным подходом, однако требует более подробного обоснования применительно к неоднородным геологическим условиям соляных месторождений. Желательно уточнить, насколько устойчив данный критерий при изменении качества исходных данных, плотности наблюдений, уровня шумов и параметров обработки.

2. Прогнозирование состояния гидроизолирующих целиков. В работе используется прогноз на основе линейной регрессии изменения характеристик целика. Такой подход удобен для практического применения, однако реальное развитие деформационных и фильтрационных процессов в соляных массивах может носить нелинейный характер. Поэтому желательно дополнительно рассмотреть пределы применимости линейного прогноза и условия, при которых он должен заменяться более сложными геомеханическими моделями.

3. Область применимости методики. Основная апробация выполнена на Верхнекамском месторождении. Это придает работе высокую практическую значимость для данного объекта, однако вопрос применимости разработанных методик к другим соляным месторождениям с отличающимися геологическими, тектоническими и горнотехническими условиями требует дополнительного обсуждения. В частности, важно обозначить, какие параметры метода ПВРО являются универсальными, а какие требуют объектной калибровки.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы и носят преимущественно уточняющий и дискуссионный характер.

В целом автореферат производит впечатление завершеного, крупного и практически ориентированного научного исследования. Работа отличается значительным объемом фактического материала, высокой степенью производственной апробации, наличием

патентоспособных решений, программных разработок и конкретных методик, применимых для повышения безопасности подземной разработки соляных месторождений. Основные научные положения достаточно аргументированы, логически связаны между собой и подтверждены результатами моделирования, натурных экспериментов и производственного применения.

Диссертация «Научно-методические основы оценки и прогноза устойчивости природно-технических систем при подземной разработке соляных месторождений», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.7, соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), диссертация также соответствует научной специальности 1.6.7 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Я, Долгих Юрий Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Долгих Юрий Николаевич

Доктор геолого-минералогических наук

25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Ученый секретарь ООО «НОВАТЭК НТЦ»

Общество с ограниченной ответственностью НОВАТЭК Научно-технический центр

625031, РФ, Тюмень, ул. Пожарных и спасателей, д.7, корп.3

+7 (3452) 680-431

yndolgikh@novatek.ru

_____ Долгих Ю.Н.

Подпись Долгих Юрия Николаевича заверяю:

Главный специалист группы кадрового документооборота

_____ Макшанцева Е.А.

