ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу
Жукова Александра Анатольевича

**«Адаптация методов георадиолокации и ультразвуковой томографии для решения горно-геологических задач в условиях калийных месторождений (на примере Верхнекамского месторождения солей)»,** представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа посвящена оценке применимости и адаптации развитию геофизических методов контроля и мониторинга состояния массива, элементов системы разработки и крепей исследований при отработке Верхнекамского месторождения калийных солей. Тематика диссертационной работы, формулировки цели и задач исследования позволяют считать, что они входят в области исследования, указанные в пп. 24 и 25 паспорта специальности 25.00.10 «геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Актуальность рассматриваемой в диссертации проблемы не вызывает сомнений, поскольку разработка соляных месторождений несет с собой большие риски, воздействия агрессивной среды на металлические и железобетонные конструкции, прорыва воды, растворения солей и образования провалов, а методы мониторинга отстают от требования обеспечения технологической и экологической безопасности производства. на оценку применимости и адаптацию к условиям Верхнекамского месторождения современных направлений геофизических исследованиях. Адаптация современных геофизических методов к решению этих задач безусловно является важной и актуальной.

Основные задачи исследований, представленные автором, исходят из целей данной работы и определяют структуру диссертации. Целью диссертационной работы является оценка применимости и последующая адаптация современных геофизических методов для решения горно-геологических задач на Верхнекамском месторождении солей.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения списка использованных источников.

Диссертация достаточно хорошо структурирована, текст работы соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием логической связи отдельных разделов, научных положений, выводов и результатов.

Во введении автором обоснована актуальность темы, степень изученности проблемы, научная новизна результатов, описаны цели и задачи исследований, а также практическая апробация результатов. Во ведении автор описывает два основных направления, которые и легли в основу диссертации. Первое это разработка технологии диагностики бетонной крепи шахтных стволов по средствам геофизики, второе – это оценка применимости георадиолокации для контроля размеров и состояния участков массива и элементов системы разработки на

Вхд. №214
от „10“ 09 2018 г.

рудниках Верхнекамского месторождения и определение круга задач, которые возможно решать с помощью георадиолокации.

Глава 1 посвящена оценке современного состояния проблемы. В главе описывается геологическое строение Верхнекамского месторождения, а также рассматриваются условия его безопасной эксплуатации (Раздел 1.1). Приводятся сведения о конструкции шахтных стволов ВКМС, рассматриваются основные причины и виды нарушений бетонной крепи стволов, анализируются результаты выполняемых настоящее время методов диагностики бетонной крепи (Раздел 1.2). Рассматриваются геофизические технологии применяемые в настоящее время для обеспечения безопасной эксплуатации месторождения. Описываются предпосылки применения георадиолокации, основанные на зарубежном опыте использования данного оборудования в схожих условиях. Обосновывается необходимость оценки применимости и адаптации для условий Верхнекамского месторождения (Раздел 1.3).

В Главе 2 выполнена оценка применимости современных геофизических методов для диагностики бетонной крепи стволов. Основой оценки стало физическое моделирование. Для этой цели автором построена модель размерами 3х4 метра (раздел 2.1). На модели были опробованы наиболее распространенные в настоящее время геофизические технологии: электроразведка, сейсморазведка, акустический метод, ультразвуковая томография и георадиолокация. Результаты опытных геофизических исследований, показали, что методы классической сейсморазведки и электроразведки не позволяют решать поставленные задачи. Приборы, работающие в акустическом диапазоне частот, обладают потенциальной возможностью решения поставленных задач, однако в настоящее время на российском рынке серийно не выпускается оборудование, позволяющее выполнять такие наблюдения. В результате для проведения работ выбраны два геофизических метода: георадиолокация с применением экранированного антенного блока 400 МГц и ультразвуковая томография (раздел 2.3).

Глава 3 посвящена разработке и адаптации технологии диагностики бетонной крепи и закрепного пространства шахтных стволов. В первую очередь, автором оценено влияние условия проведения работ, которые могу повлиять на качество данных наблюдений, таких как армировка ствола, соляная корка на поверхности, влажность стенок (раздел 3.1). Адаптацией предусматривалось выполнение наблюдений с различными настройками регистрации и оценкой влияния отдельных параметров на итоговый результат. Кроме этого автором предложена модификация стандартного одометра радара SIR-3000 позволяющая выполнять работы на вертикальных поверхностях стволов (разделы 3.2, 3.3). В разделе 3.4 продемонстрирован пример выполнения работ в действующем стволе калийного рудника. Совокупность проведенных работ позволила автору разработать технологию диагностики бетонной крепи (раздел 3.5). В дальнейшем на данную технологию, автором был получен патент.

Глава 4 описывает оценку применимости георадиолокации в условиях Верхнекамского месторождения. Для оценки применимости на первом этапе автором выполнены уточнения скорости и предельной глубины распространения

электромагнитных волн различной частоты в условия месторождения. Работы выполнены для всех отрабатываемых на месторождении пластах (разделы 4.1, 4.2, 4.3). Выполненные эксперименты показали принципиальную применимость георадара для изучения особенностей строения и свойств горного массива. С целью заверки определенных параметров автором выполнен работы по определению положения выработки с вышележащего горизонта (раздел 4.4). Результаты исследований по соляным породам в условиях естественного залегания показали перспективность применения метода георадиолокации. В ходе работ автором была выявлена одна особенность, выражающаяся в зависимости скорости распространения электромагнитных волн от мощности целика. По обоснованному предположению автора, различие скоростей распространения электромагнитных волн может быть связано с изменением физических свойств приконтурной части целика. Т.е. чем старше целик, тем большая его часть подвержена деформациям и тем меньше скорость распространения электромагнитных волн (раздел 4.5).

Глава 5 посвящена описанию перспективных направлений применения георадиолокации на Верхнекамском месторождении. Так проведенные эксперименты показали, что георадиолокация позволяет выявлять области заколообразования в кровле горных выработок (раздел 5.1). Результаты, показывающие зависимость скорости распространения электромагнитных волн и физических свойств целика указывают на принципиальную возможность установления корреляционной связи между скоростью распространения электромагнитных волн и мощностью зоны междукамерного целика, подверженной деформациям, что в свою очередь позволит разработать технологию оперативного контроля фактической несущей способности междукамерных целиков (раздел 5.2). Рассмотрена возможность применения георадиолокации для контроля параметров в процессе проходки горных выработок (раздел 5.3). Предложено использование георадиолокации для оценки полноты закладки горных выработок.

Заключение суммирует результаты работы с учетом их новизны и возможности дальнейшего применения для решения актуальных горно-геологических задач на Верхнекамском месторождении солей.

Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, получены в ходе физического моделирования, а так же экспериментальных исследований с использованием современных программных и аппаратных средств. Обоснованность и достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

Научная новизна состоит в том, что впервые для условий стволов калийных рудников выполнено полноразмерное физическое моделирование, направленное на оценку применимости геофизических методов для обследования крепи. Разработанная в ходе моделирования технология позволяет получать информацию о строении бетонной крепи и закрепного пространства шахтных стволов (научная новизна технологии диагностики подтверждается патентом РФ). Уточнены скорость и максимальная эффективная глубина распространения электромагнитных волн разной частоты, характерные для солей Верхнекамского месторождения. На основании результатов выполненных опытных работ доказана

возможность применения георадиолокации для решения горнотехнических задач в геологических условиях ВКМС.

Личный вклад автора, насколько может судить оппонент, в выполненном исследовании весьма значителен. Об этом свидетельствует наличие патента, публикации, в каждой из которых А.А. Жуков выступал в качестве главного автора, а также участие в конференциях.

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания. Хотя основная часть исследования посвящена разработке методов контроля состояния крепи стволов, созданные методы для решения этих задач являются менее надежными, чем измерения размеров целиков. Даже в несколько идеализированных условиях на моделях (стр. 81) наличие неоднородностей и пустот в бетоне существенно затрудняет определение толщины слоя бетона. При применении ультразвуковой томографии наличие трещины (пленки, стр. 70) также маскирует границу бетона и соли. При применении георадиолокации еще больше влияют корка соли на поверхности крепи и степень прижатия антенного блока к поверхности (стр. 88). Кроме того, как показали измерения скоростей электромагнитных волн в натурных условиях (стр. 120-125) показало, что при малой мощности слоя скорость электромагнитных волн неустойчива. Данный результат относится не к бетону, а к соли, но было бы полезно более тщательно проверить, имеет ли место подобное явление в бетоне.

В связи с этим возникает вопрос, на который в диссертации нет полного ответа – в каких случаях рекомендуемая комбинация ультразвуковой томографии и георадиолокации просто указывает на возможное наличие каких-то нарушений крепи и требует дополнительного анализа другими методами, а в каких – дает ответ о виде и размерах нарушений крепи.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Публикации автора в достаточной степени отражают приведенные в диссертации результаты. Результаты работы опубликованы (5 работ) и апробированы (2 конференции). Предложенная автором технология диагностики бетонной крепи защищена патентом РФ.

Таким образом, диссертация «Адаптация методов георадиолокации и ультразвуковой томографии для решения горно-геологических задач в условиях калийных месторождений (на примере Верхнекамского месторождения солей)», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых, соответствует требованиям, установленным п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842), с изменениями Постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 года №335 «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней». Её автор, Жуков Александр Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата

технических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент
Главный научный сотрудник
Санкт-Петербургского горного университета
доктор технических наук
«28» июня 2018 г. Цирель С.В.

Цирель Сергей Вадимович
Доктор технических наук, старший научный сотрудник
Главный научный сотрудник НЦ геомеханики и проблем горного производства
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2
www.spmi.ru
e-mail: post.spmi.ru
раб. тел.: 9(812) 321-8143

Я, Цирель Сергей Вадимович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«28» июня 2018 г.
подпись

Подпись С.В. Цирель
заверяю:
начальник отдела кадров производства Е.Р. Яновицкая
«28» 06 2018 г.