

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Паршакова Олега Сергеевича «Разработка автоматизированной системы термометрического контроля ледопородных ограждений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Представленная на отзыв диссертационная работа общим объемом 140 страниц машинописного текста состоит из введения, пяти глав и заключения, списка литературы из 180 наименований, содержит 43 рисунка и 6 таблиц.

Актуальность работы. Проходка подземных выработок и строительство подземных сооружений с предварительным замораживанием слабоустойчивых водоносных пород широко применяется как у нас в стране, так и за рубежом в горнодобывающей промышленности, гидротехническом и транспортном строительстве, при сооружении метрополитенов, нефте- и газохранилищ, фундаментов промышленных сооружений и др.

При строительстве шахтных вертикальных стволов в сложных гидрогеологических условиях с использованием замораживающих устройств, в породном массиве вокруг проектного сечения выработки формируется временное защитное ледопородное ограждение, служащее для восприятия горного и гидростатического давлений. В то же время, на практике нередки случаи, когда в процессе замораживания породного массива из-за отсутствия достоверных данных о физических свойствах замораживаемых горных пород, выхода из строя замораживающих колонок, влияния технологических факторов в процессе проходки шахтного ствола и других причин, зачастую невозможно определить фактические параметры ледопородного ограждения, обеспечивающего необходимую прочность и устойчивость промороженных горных пород, что в ряде случаев сопровождается осложнениями и

серьезными авариями и, как следствие, увеличению сроков строительства, а также финансовых затрат.

Убедительным подтверждением этому являются произошедшие за последние пять лет аварийные ситуации на ряде горнодобывающих предприятий (Гремячинский ГОК — ОАО МХК «ЕвроХим», Гарлыкский ГОК — ГК «Туркменхимия», рудоуправления Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей), которые свидетельствуют о недостаточности разработки теоретических и технологических основ прогнозирования и контроля основных параметров возводимого ледопородного ограждения при строительстве шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях.

В связи с этим, исследования связанные с совершенствованием существующих и разработкой новых, более эффективных научно-обоснованных способов прогнозирования и контроля состояния ледопородных ограждений в целях исключения возникновения аварийных ситуаций при строительстве шахтных стволов способом искусственного замораживания горных пород, являются актуальными.

Стоит отметить, что диссертационная работа выполнялась в соответствии с планами научных исследований ГИ УрО РАН, а также исследования по теме диссертации поддержаны Российским научным фондом.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Соискатель на достаточно высоком научном уровне, с использованием различных подходов и методов обстоятельно обосновывает полученные результаты исследований и сделанные выводы. Научные положения, вынесенные на защиту подробно аргументированы и строго обоснованы.

При математическом моделировании теплообменных процессов, происходящих в обводненном породном массиве вмещающем ствол в

условиях его искусственного замораживания, применялись строгие математические методы с использованием фундаментальных законов термодинамики. Результаты численных расчетов подтверждаются хорошей сходимостью с данными натурных наблюдений.

Научная новизна и значение результатов исследований для науки и практики. Соискателем разработана оригинальная система контроля формирования и состояния ледопородного ограждения при строительстве шахтного ствола в сложных гидрогеологических условиях, основанная на интеграции экспериментальных измерений распределенной температуры горных пород в термометрических скважинах с методом решения обратной задачи Стефана, отличительной особенностью которой является прогнозирование температурного поля во всем объеме участка породного массива, вмещающего ствол в течение всего периода его замораживания и последующего оттаивания.

Ввиду того, что в действующей нормативной документации и существующей технической литературе имеются лишь общие требования к организации термометрического контроля замораживаемого породного массива строящегося шахтного ствола в сложных гидрогеологических условиях, автором проведено соответствующее обоснование и разработана методика определения оптимальных технологических параметров способа термометрического контроля ледопородного ограждения.

Предложенные автором математические модели и алгоритмы легли в основу разработанного программного обеспечения «FrozenWall», на которое получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018666337. Разработанная программа вошла составной частью в автоматизированную систему термометрического мониторинга состояния ледопородного ограждения шахтных стволов, которая внедрена на ряде горнодобывающих предприятий России и Республики Беларусь (на рудниках Петриковского ГОКа ОАО «Беларуськалий», Нежинского ГОКа

ИООО «Славкалий» и Талицкого ГОКа ЗАО «ВКК»). Результаты мониторинга и прогнозирования состояния ледопородного ограждения в настоящее время служат основой при разработке рекомендаций, предназначенных к использованию при строительстве шахтных стволов и функционирования систем замораживания.

Таким образом, разработанные соискателем математические модели, алгоритмы, методики, программное обеспечение и автоматизированная система термометрического мониторинга состояния замораживаемого породного массива, несомненно, представляют научную и практическую значимость для обеспечения безопасных условий ведения горных работ, а также повышения эффективности строительства шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях.

Замечания по работе.

- 1) В первой главе (параграф 1.2), посвященной обзору и анализу существующих способов контроля формирования и состояния ледопородного ограждения при строительстве шахтных стволов, к сожалению, отсутствуют сведения о состоянии изученности данного вопроса за рубежом.
- 2) В параграфе 3.5, при проведении верификации результатов математического моделирования состояния ледопородного ограждения не использованы данные натурных измерений температуры пород в контрольно-термометрических скважинах и горизонтальных шпурах. По моему мнению, не мешало бы привести графики или таблицу как в тексте диссертации, так и в автореферате подтверждающие хорошую сходимость расчетных и натурных данных.
- 3) В четвертой главе сделан вывод о том, что количество контрольно-термических скважин для обеспечения всестороннего контроля состояния ледопородного ограждения, должно быть не менее 30 % от

общего количества замораживающих скважин. При этом данное утверждение в главе никак не обосновывается.

4) Как известно, при движении воздуха по горной выработке происходит теплообмен с вмещающими горными породами (крепью) в результате которого, как правило, происходит рост или понижение его температуры. В тоже время, из текста диссертации не ясно, принимается ли в расчетах температура воздуха в стволе постоянной или переменной по глубине.

5) В разработанную автором концепцию автоматизированной системы термометрического контроля формирования и состояния ледопородного ограждения составной частью входят горизонтальные термометрические шпурь. К сожалению в работе уделено незначительное внимание технологическим вопросам организации термоконтроля в затюбинговом пространстве ствола посредством их использования.

6) На странице 118 в формуле 5.2 при расшифровке символа T_m допущена опечатка. Данный символ обозначает температуру породного массива (крепи) на границе не с замораживающей колонкой, а с рудничным воздухом в выработке.

Сделанные замечания не снижают общего положительного восприятия диссертационной работы.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям. Диссертационная работа Паршакова Олега Сергеевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и технологические основы автоматизированной системы термометрического контроля ледопородных ограждений, позволяющих обеспечить эффективность строительства шахтных стволов в сложных

гидрогеологических условиях, а также повысить безопасность ведения горных работ.

Материалы исследований изложены в логической последовательности, полученные результаты подробно иллюстрированы. Выводы по главам в целом составлены корректно и обоснованы результатами исследований, приведенными в соответствующих разделах, заключение отражает основное содержание диссертации. Диссертация написана ясным, технически грамотным языком.

Автореферат и публикации объективно с достаточной полнотой отражают основные положения и содержание диссертации.

Заключение. Диссертационная работа О.С. Паршакова выполнена на актуальную тему, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, имеет научную и практическую значимость и отвечает требованиям ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Паршаков Олег Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 - «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Официальный оппонент Соловьев Дмитрий Егорович,
старший научный сотрудник лаборатории горной теплофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» Института горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук (ИГДС СО РАН).

Адрес: 677980, Россия, г. Якутск, пр. Ленина, 43.

Тел: 8-924-360-83-70; факс: (4112)335930;

E-mail: solovjevde@igds.ysn.ru.

кандидат технических наук

Д.Е. Соловьев

" 1 " сентября 2020 г.

Подпись официального оппонента заверяю:

И.о. директора ИГДС СО РАН,

кандидат технических наук



В.П. Зубков