

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Семина Михаила Александровича  
**«НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ СПОСОБА ИСКУССТВЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПО-  
РОД»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная  
аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Строительство горных выработок, в том числе шахтных стволов в сложных горно-геологических и гидрогеологических условиях, как правило, требует применения специальных методов проходки. Искусственное замораживание горных пород относится к одному из самых универсальных и эффективных методов, позволяющих минимизировать опасность поступления в выработки воды и водонасыщенных пород из окружающих выработки горных массивов. В России накоплен значительный опыт искусственного замораживания горных пород, в том числе на основе рассольных и азотных технологий. Используемые для выбора параметров искусственного замораживания расчетные методы, хотя и носят приближенный характер, но в большинстве практически интересных случаев, позволяют вычислять размеры ледопородного ограждения, обеспечивающего предотвращение гидравлической связи между водоносными горизонтами и проходимыми выработками и исключая возможность прорывов в них подземных вод.

Вместе с тем, эти методы, разработанные во второй половине прошлого века, исключили возможность широкого применения численных методов. В их основе, как правило, лежат аналитические решения, справедливые для одномерных теплофизических и геомеханических моделей с постоянными теплофизическими и физико-механическими свойствами пород, и использующие установленные в результате натурных измерений эмпирические коэффициенты.

Автоматическое перенесение методов, рекомендованных существующими нормативными документами, для определения параметров искусственного замораживания при сооружении стволов строящихся рудников Беларуси и России, может привести к определённым ошибкам при выборе технологических схем размещения замораживающих колонок и холодильного оборудования, что или снизит надёжность метода замораживания или обусловит неоправданное повышение финансовых затрат.

В этой связи, тема диссертационной работы, посвящённой разработке современных подходов для выбора параметров искусственного замораживания горных пород, в том числе при выраженной фильтрации подземных вод, на основе современных вычислительных средств, **несомненно**, актуальна.

Соискатель поставил перед собой амбициозную задачу по осуществлению исследования сочетанного влияния термогидромеханических процессов в горном массиве и проходимых выработках на надёжность работы ледопородного ограждения и режимы проветривания строящихся стволов при использовании технологии рассольного замораживания.

На защиту автор выносит шесть научных положений. Судя по автореферату, все научные положения следует считать вполне достоверными и в достаточной степени обоснованными.

Научная новизна выполненных исследований включает шесть позиций. На наш взгляд, не все из них можно квалифицировать в качестве действительно научной новиз-

ны. К ней целесообразно отнести первое положение, определяющее выбор критериев, для оценки возможности перехода от связанной термогидромеханической модели к более простым моделям, учитывающим отдельные физические процессы; второе положение – устанавливающее функциональные зависимости параметров ледопородного ограждения от технологических схем замораживания, а также количественное влияние процессов теплопереноса на динамику ледопородного ограждения; третье научное положение – выявляющее условия возникновения частично-возвратных течений воздуха в строящемся стволе вследствие наличия температурного градиента и дающее оценку интенсификации теплообмена воздуха и крепи строящегося ствола. Остальные три научных положения можно квалифицировать лишь как характеризующие практическое значение.

Достоинством рецензируемой работы является её большая насыщенность описанием полученных автором научных и практических результатов, которые изложены в достаточно краткой форме. Обратная сторона этой насыщенности заключается в определённой сложности в интерпретации и понимании каждого из этих результатов.

Между тем, внимательное изучение содержания автореферата дало возможность выявить его слабые стороны:

1. В названии диссертационной работы автор говорит о «комплексном обеспечении безопасности при строительстве шахтных стволов». Однако, нигде не обсуждаются критерии, характеризующие «комплексную безопасность», и не даётся их численная оценка;

2. Из уравнений (17) - (19), используемых далее для вычисления распределения температуры воздуха для каждого момента времени по глубине ствола, в явном виде не следует, каким образом учитываются:

- массообменные процессы, сопровождающие поступление в воздушную среду влаги из горного массива;

- действие в стволе энергетических источников теплоты, например, проходческого комплекса;

- схема вентиляции ствола, обычно проветриваемого как тупиковая выработка.

3. Система уравнений баланса массы и энергии для обводнённого горного массива описывает процессы фильтрации и теплообмена в мёрзлой и талой зонах при охлаждении пород хладонносителем, подаваемым по замораживающим колонкам. Однако из математической постановки задачи не ясно, какие модели теплопереноса приняты автором в зоне фильтрации. По-видимому, автор считает проницаемую среду пористой и использует для характеристики теплопереноса, так называемую, «гомогенную модель». В рецензируемой работе нигде не комментируется, как изменится математическая постановка задачи в случае проницаемой зоны, представленной системой трещин. Ведь известно, что в этом случае коэффициент теплопроводности будет являться функцией скорости фильтрации. Отсутствие этих оценок сужает область применения результатов диссертации.

4. Рецензируемая работа, несомненно, выиграла бы, если бы автор привёл сравнительные результаты расчёта параметров ледопородного ограждения по приближенным методикам и на основе вычислений по разработанным им алгоритмам.

Вместе с тем, приведённые выше предложения и замечания носят рекомендательный и дискуссионный характер, не носят принципиального характера и не влияют на положительное впечатление, формирующееся при изучении рецензируемой работы, которая характеризует автора вполне сформировавшимся учёным, способным к постанов-

ке и решению сложных задач по изучению термогидромеханических процессов в горном массиве при его искусственном промораживании.

Таким образом, судя по автореферату, диссертационная работа Семина М.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований дано решение актуальной научной задачи по разработке теоретических и технологических основ выбора параметров искусственного замораживания горного массива при строительстве шахтных стволов в сложных горно-геологических и гидрогеологических условиях, что имеет важное значение для повышения эффективности разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом.

Автор диссертации, Семин Михаил Александрович, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.6 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Заведующий кафедрой безопасности производств  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Санкт-Петербургский горный университет»,  
д.т.н., профессор,  
специальность 25.00.20



Семён Григорьевич Гендлер

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский горный университет»  
199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2;  
Тел. Рабочий: 8 (812) 328-86-23;  
Мобильный: +7 (921) 964064-92  
E-mail: Gendler\_SG@pers.spmi.ru



Подпись С.Г. Гендлера  
Завещаю:  
начальник отдела Е.Р. Яновицкая  
делопроизводства  
" 20 " 06 2022 г.