

Отзыв

научного руководителя на диссертационную работу

Бублика Сергея Анатольевича

«Разработка методики расчета параметров искусственного замораживания пород в условиях переноса минерализованной влаги», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Строительство шахтных стволов на калийных рудниках в сложных гидрохимических и гидрогеологических условиях не обходится без применения специальных способов. Искусственное замораживание пород в данных обстоятельствах является наиболее надежным и широко применяемым способом. Цель данного способа заключается в создании вокруг горной выработки ледопородного ограждения (ЛПО), которое позволит защитить ствол от проникновения подземных вод и укрепить его стенки до момента возведения постоянной крепи.

Основной проблемой при формировании ЛПО на калийных рудниках является наличие растворенной соли, содержащейся в поровом пространстве пород. Наличие солей во влаге приводит к снижению температуры начала замерзания воды. Это приводит к тому, что вода в породе может находиться в жидком состоянии при температурах значительно ниже нуля по Цельсию. Кроме того, наличие растворенной соли во влаге в целом замедляет протекание фазового перехода, что приводит к еще большему увеличению количества незамороженной воды. Перечисленные обстоятельства приводят к снижению защитных свойств ЛПО.

Значимость наличия растворенной соли в породах на формирование ЛПО было выявлено еще в прошлом веке при строительстве первых стволов на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей способом замораживания. Наличие многокомпонентных рассолов в интервале проходки стволов приводило к образованию зон с незамороженной водой при температуре -40°C . Данное обстоятельство приводило к аварийным ситуациям, связанным с водопритоками в стволы. В настоящее время проблема проходки шахтных стволов способом замораживания при наличии растворенной соли в интервале проходки также остается актуальной. Например, на проектируемом горнодобывающем предприятии ООО «ЕвроХим-СаратовКалий» обнаружены породы, насыщенные влагой с высокой степенью засоленности. При этом предыдущие исследования не отвечают на вопрос, как проектировать искусственное замораживание на подобных объектах, поскольку данные исследования основаны лишь на малом количестве несистематизированных эмпирических исследований. Таким образом, исследования по

влиянию растворенной соли на протекание тепломассообменных процессов в замораживаемых породах и формирование ЛПО остаются актуальными. Кроме того, остаются открытыми вопросы, связанные с проектированием искусственного замораживания в условиях пород, содержащих засоленную влагу.

Для решения данных вопросов в диссертационной работе Бублика Сергея Анатольевича был проведен ряд экспериментальных исследований по выявлению закономерностей изменения теплофизических и прочностных свойств различных типов пород, часто встречающихся в интервале проходки стволов. Полученные зависимости стали основой для разработки математической модели замораживания пород, учитывающей влияние солей на протекание тепломассообменных процессов в породах. С помощью данной модели установлено, что наличие солей в поровой влаге приводит к существенному снижению несущей способности ЛПО, а его формирование может немонотонным образом зависеть от количества растворенной соли.

В итоге полученные результаты стали основной для разработки методики расчета параметров искусственного замораживания пород с учетом содержания в них растворенных солей. В рамках данной методики было сделано следующее:

- пересмотрен порядок проектирования ЛПО, обоснована первичность проведения теплотехнического расчета перед статическим;
- предложены модели для определения теплофизических и прочностных свойств пород, содержащих растворенную соль;
- предложены критерии для расчета средней температуры ЛПО и параметров холодильной установки.

Разработанная методика может быть применена как на стадии проектирования, так и на дальнейшей стадии мониторинга формирования и контроля ЛПО на различных рудниках в сложных гидрогеологических и гидрохимических условиях.

Основная идея работы заключается в расчете формирования ледопородных ограждений строящихся шахтных стволов в породах, содержащих минерализованную влагу, основывается на математической модели, учитывающей изменение содержания незамороженной воды и снижение гидравлической проницаемости при замораживании влажного засоленного массива.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается соответствием фундаментальным физическим законам, сопоставимостью результатов численного моделирования и натурных измерений, соответствием приведенных результатов данным, полученным другими авторами, экспериментальными исследованиями в натурных условиях.

Полученные в диссертационной работе Бублика Сергея Анатольевича результаты использованы в научно-исследовательских работах для проектирования искусственного замораживания пород на Дарасинском руднике ОАО «Беларуськалий» и на горнодобывающем предприятии ООО «ЕвроХим-СаратовКалий». Разработанная математическая модель внедрена в программный комплекс FrozenWall, используемый при проектировании искусственного замораживания и мониторинге формирования ЛПО.

Работа выполнена на высоком профессиональном уровне. По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 9 публикаций в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, утвержденных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации; получен один патент.

Представленная Бубликом Сергеем Анатольевичем диссертационная работа соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.6 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Научный руководитель:

д-р техн. наук, заведующий лаб. математического
моделирования геотехнических процессов,
уч. секретарь «Горного института Уральского отделения
Российской академии наук» –
филиала Пермского федерального
исследовательского центра УрО РАН



Семин М. А.

03.12.2025

Подпись заведующего лабораторией математического моделирования геотехнических процессов, ученого секретаря «Горного института Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук («ГИ УрО РАН») д.т.н. Семина Михаила Александровича удостоверяю:

Главный специалист по кадрам «ГИ УрО РАН»



Дерюженко С. Г.