ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зубкова Павла Олеговича на тему: «Обоснование геотехнологии и параметров возведения закладочного массива при подземной разработке Гремячинского месторождения калийных солей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-технической задачи — обоснованию геотехнологии и параметров возведения закладочного массива при подземной разработке Гремячинского месторождения калийных солей. Месторождение характеризуется большой глубиной залегания продуктивного пласта (1030–1300 м), сложной и изменчивой морфологией залежи, переменной мощностью сильвинитового пласта (2,5–13 м), наличием карналлитсодержащих пород в подстилающей толще и необходимостью сохранения водозащитной толщи (ВЗТ) на всех стадиях горных работ. Гидрогеологические условия относятся к сложным: четыре напорных водоносных горизонта в надсолевой толще делают нарушение сплошности ВЗТ недопустимым, поскольку это может привести к затоплению рудника. По мере перехода горных работ на большие глубины возрастает сложность условий подземной отработки, что проявляется в изменении горно-геологической обстановки. В таких условиях применение традиционных проектных решений с гидравлической закладкой выработанного пространства ограничено вследствие длительного периода консолидации закладочного материала, неполного заполнения прикровельной части камер и запаздывающего включения закладочного массива в процессе перераспределения нагрузок в соляном массиве. Поэтому развитие научно-методических основ выбора геотехнологии и обоснования параметров формирования закладочного массива при подземной разработке Гремяченского месторождения калийных солей, является актуальной задачей.

Целью выполненных в диссертации исследований является разработка и обоснование параметров геотехнологии возведения на основе консолидации солеотходов монолитных закладочных массивов с требуемыми физико-механическими характеристиками для обеспечения безопасного освоения запасов Гремяченсокого месторождения калийных солей.

Автором получены следующие новые научные результаты, вынесенные на защиту:

1. Обоснование замены извлечённых запасов сильвинитового пласта монолитным консолидированным закладочным массивом на базе солеотходов обогащения сильвинитов с локальным упрочнением прикровельных и технологически ответственных участков твердеющей смесью. Предложенный подход принципиально отличает формируемый закладочный массив от гидрозакладочного тем, что он становится конструктивным элементом системы разработки, воспринимающим часть горного давления и снижающим нагрузку на междукамерные целики.

2. Технологическая схема подачи закладочной смеси с применением передвижного подземного закладочного комплекса, размещаемого вблизи зоны очистных работ, с подачей смеси пневмонасосом по трубопроводу, закреплённому в кровле камеры и ориентированному в её верхнюю точку. Это обеспечивает непрерывное заполнение камер переменной мощности и степень заполнения, близкую к 1.

3. Эмпирическая зависимость влияния степени недозакладa и высоты камеры на размеры зон неупругих деформаций в кровле, почве и стенках выработки, обобщённая в виде формулы с эмпирическими коэффициентами для каждого элемента контура выработки.

4. Рациональный состав закладочной смеси: 1780 кг/м³ солеотходов и 280 кг/м³ оборотного рассола, обеспечивающий консолидацию и достижение прочности закладочного массива более 3 МПа к 90-м суткам, с локальным

упрочнением прикровельной зоны цементсодержащей смесью (200 кг/м³ цемента, подвижность 8 см).

Теоретическая значимость работы заключается в систематизации условий залегания глубокозалегающих соляных месторождений, классификации технологических схем их подземной разработки и обосновании методики выбора параметров технологии формирования закладочных массивов. Автором разработан алгоритм выбора технологической схемы и параметров освоения соляных месторождений с закладкой выработанного пространства на основе солеотходов.

Практическая значимость определяется применимостью разработанных решений для:

– повышения полноты извлечения сильвинита за счёт поэтапной доработки междукамерных целиков;

– сохранения налегающей водозащитной толщи и минимизации риска возникновения водопроводящих трещин;

– уменьшения влияния деформаций на почву выработок, представленную карналлитовыми породами, в которых могут проявляться газодинамические явления;

– обеспечения коэффициента заполнения выработанного пространства, близкого к 1.

Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что полное заполнение камеры снижает вертикальную конвергенцию кровли и почвы до 5,4 раза по сравнению с незаложенным состоянием, а увеличение прикровельного недозаклада с 0,2 до 0,6 м приводит к существенному росту зон неупругих деформаций.

Достоверность научных положений обеспечивается комплексным применением лабораторных, шахтных и численных методов исследования, достаточным объёмом экспериментальных данных, использованием сертифицированных программных продуктов для геомеханического моделирования, а также

положительными результатами опытно-промышленной апробации технологии непосредственно в условиях Гремячинского рудника. Сопоставление численных и экспериментальных данных демонстрирует удовлетворительную сходимость.

Личный вклад автора заключается в обобщении горно-геологических условий и технологий освоения соляных месторождений, формулирование основной научной идеи достижения поставленной цели, разработке методики проведения экспериментов, а также выполнении математического моделирования геомеханического состояния техногенно измененного массива горных пород. Эти результаты позволили уточнить характер распределения нагрузок на закладочный массив, разработать алгоритм и методику обоснования его параметров при освоении глубокозалегающего месторождения калийных солей, выполнить апробацию усовершенствованной технологии ведения горных работ в промышленных условиях Гремячинского рудника.

По теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 5 статей в рецензируемых изданиях из списка утверждённых Высшей аттестационной комиссий при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Замечания:

1. В автореферате приведены данные опытно-промышленных испытаний, выполненных в нишах главного восточного транспортного штрека. Однако представляет интерес вопрос о том, в какой мере результаты, полученные в подготовительной выработке, могут быть экстраполированы на условия очистных камер существенно больших размеров, где напряжённо-деформированное состояние массива качественно иное.

2. В технико-экономической оценке отмечается, что себестоимость 1 м^3 твердеющей закладки в 7 раз выше гидрозакладки, а эксплуатационные затраты — в 8,5 раза выше. Хотя автор обосновывает выбор твердеющей закладки геомеханическими преимуществами и повышением полноты извлечения, было бы

желательно более подробно представить расчёт, показывающий, что дополнительное извлечение сильвинита компенсирует рост затрат.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы.

Исходя из вышеизложенного следует, что диссертационная работа Зубкова Павла Олеговича на тему: «Обосновании геотехнологии и параметров возведения закладочного массива при подземной разработке Гремячинского месторождения калийных солей» соответствует требованиям Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, и автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

Старший научный сотрудник
ИГД СО РАН, к.т.н. В. Н. Филиппов

Младший научный сотрудник
ИГД СО РАН В. Н. Колтышев

24.09.2026 г.

Филиппов Владимир Николаевич, кандидат технических наук, по специальности 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины», старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН).

630091, Новосибирск, Красный проспект, 54, каб. 531, телефон (383) 2053030,
e-mail: Filippov144@yandex.ru

Колтышев Виталий Николаевич, младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН).

630091, Новосибирск, Красный проспект, 54, каб. 214а, телефон (383) 2053030,
e-mail: Witalq@mail.ru

Я, Филиппов Владимир Николаевич, даю согласие на обработку своих персональных данных.

Я, Колтышев Виталий Николаевич, даю согласие на обработку своих персональных данных.

Подпись В. Н. Филиппова удостоверяю:
Подпись В. Н. Колтышева удостоверяю:

Ученый секретарь
ИГД СО РАН, к.т.н. К. А. Коваленко