

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яковлева Ильи Владимировича
**«Обоснование параметров логистической системы подземного рудника при освоении
глубокозалегающих месторождений калийных солей с монолитной закладкой
выработанного пространства»**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научным специальностям 2.8.7. – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем», 2.8.8. – «Геотехнология, горные машины».

Актуальность представленной к защите работы обусловлена необходимостью совершенствования логистических систем подземных рудников, осваивающих глубокозалегающие месторождения калийных солей в условиях возрастающего мирового спроса на калийные удобрения и необходимости повышения полноты извлечения запасов при соблюдении требований промышленной и экологической безопасности. В частности, для таких сложных в горно-геологическом и геомеханическом отношении объектов, как Гремячинское месторождение, остро стоит задача формирования рациональной логистической схемы доставки закладочных материалов и смесей, обеспечивающей устойчивость закладочных массивов, снижение рисков аварий и эффективное использование возвратных ресурсных потоков.

Особую значимость работе придает учет специфики технологии формирования монолитных консолидированных закладочных массивов на основе солеотходов, что позволяет одновременно решать задачи утилизации отходов обогащения сильвинита, повышения полноты отработки запасов и минимизации негативного воздействия на контакт с горными выработками. Обоснование параметров логистической системы закладочных работ в условиях значительных глубин и протяженных транспортных маршрутов закладочных материалов представляет собой важную научно-техническую задачу для современных калийных рудников.

Автором выполнена систематизация факторов, определяющих параметры логистической системы подземного рудника с монолитной закладкой: горно-геологических, геомеханических, геотехнологических и производственно-организационных. Разработана классификация логистических схем закладочных работ в зависимости от способа транспортирования закладочных материалов и смесей (гидравлический, сухой, комбинированный), глубины разработки, расстояния транспортирования и размещения модуля обезвоживания, что позволяет целенаправленно выбирать средства доставки и укладки смеси с учётом конкретных горнотехнических условий освоения месторождений водорастворимого сырья.

Существенным результатом исследований является предложенная методика обоснования параметров рациональной логистической схемы закладочных работ, отличающаяся учётом влажности закладочных материалов, влияния динамических нагрузок на физико-механические и реологические свойства солеотходов, а также удельных энергетических затрат на транспортирование смеси в выработанное пространство. Разработанная математическая модель прогнозирования изменения свойств солеотходов в процессе транспортирования учитывает процессы консолидации материалов и самоуплотнения смесей, что позволяет снизить риск неравномерного осаждения и первичной консолидации при перепуске по вертикальным трубопроводам и в бункерах-накопителях.

В работе обоснованы параметры вертикального трубопроводного транспорта закладочных смесей с применением демпферных устройств и буферных гасителей,

снижающих динамические нагрузки на элементы горнотехнической системы и предотвращающих преждевременную консолидацию материалов. Установлены зависимости допустимой высоты одиночного перепуска закладочных материалов от влажности и количества демпферных устройств, а также определены требования к конструкции и параметрам бункеров-накопителей, включая объём и геометрию, что обеспечивает устойчивый режим разгрузки и исключение залипания материала.

На основе сопоставления цикличной, циклично-поточной и поточной логистических схем выполнено технико-экономическое обоснование выбора предпочтительного варианта для условий освоения Гремячинского калийного месторождения. Показано, что поточная схема с гидротранспортированием закладочного материала характеризуется минимальными приведёнными затратами и наименьшей энергоёмкостью транспортирования 1 м³ закладочной смеси при обеспечении требуемой производительности закладочного комплекса, что делает её наиболее рациональной для внедрения на рассматриваемом объекте. Разработанный алгоритм выбора логистической схемы с учётом комплекса горно-геологических, технологических и экономических факторов может быть использован при проектировании аналогичных систем на других глубокозалегающих месторождениях калийных солей.

Представленная к защите диссертация отличается логической последовательностью изложения, корректным использованием теоретического и экспериментального аппарата, достаточным объёмом исходных данных и убедительной верификацией полученных зависимостей. Практическая значимость работы подтверждается ориентацией результатов на применение при проектировании и эксплуатации логистической системы закладочных работ на Гремячинском руднике, а также возможностью тиражирования разработанных подходов на другие объекты горно-химической промышленности. В качестве замечаний и пожеланий соискателю следует отметить следующее:

1. Представленные сведения о математической модели прогнозирования физико-механических свойств солеотходов в процессе транспортирования носят укрупнённый характер, было-бы целесообразно более детально отразить границы применимости модели и чувствительность результатов к изменению исходных параметров.

2. При описании опыта реализации поточной схемы в автореферате ограниченно представлены вопросы интеграции логистической системы с общешахтной системой управления и мониторинга, что важно с точки зрения цифровизации и интеллектуализации процессов закладочных работ.

Отмеченные замечания носят уточняющий характер и не могут повлиять на положительную оценку научной и практической значимости полученных диссертантом результатов исследований. В целом, автореферат отражает основные положения диссертации, содержит обоснование актуальности, научной новизны и практической значимости работы, а также демонстрирует достигнутые результаты, представляющие интерес для дальнейшего расширения минерально-сырьевой базы горно-химической промышленности России.

По области проведенных исследований и содержанию рецензируемая работа носит комплексный характер и соответствует научным специальностям 2.8.7 – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» и 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

Представленная диссертационная работа «Обоснование параметров логистической системы подземного рудника при освоении глубокозалегающих месторождений калийных

солей с монолитной закладкой выработанного пространства» выполнена на высоком научно-техническом уровне, представляет собой законченное научное исследование на актуальную тему, отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Яковлев Илья Владимирович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научным специальностям 2.8.7 – «Теоретические основы проектирования горнотехнических систем» и 2.8.8 – «Геотехнология, горные машины».

Директор, главный научный сотрудник
лаборатории проблем рационального
освоения минерально-сырьевых ресурсов
ИГДС СО РАН,
доктор технических наук



Ткач Сергей Михайлович

677980, Якутск, пр. Ленина, 43, тел.: (4112) 335930, e-mail: igds@ysn.ru

Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ИГДС СО РАН).

Ткач Сергей Михайлович, д.т.н. по научной специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная), тел. +7(4112) 335930, 39-00-41: e-mail: tkach@igds.ysn.ru

Я, Ткач Сергей Михайлович, автор отзыва, даю свое согласие на обработку персональных данных.

д.т.н.



Ткач Сергей Михайлович

Подпись д.т.н. С.М. Ткача заверяю:

Заместитель директора
по научной работе ИГДС СО РАН
к.т.н.



С.И. Саломатова

16 февраля 2026 г.