

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию
Конгар-Сюрюн Чейнеш Буяновны
на тему: «Обоснование технологии разработки пологозалегающих
калийных пластов на больших глубинах, обеспечивающей снижение
потерь полезного ископаемого»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.8.8 – Геотехнология, горные машины

1. Актуальность темы диссертации

Средне- и долгосрочное развитие калийной отрасли связано с вовлечением в промышленное освоение пологозалегающих и слабонаклонных пластов, расположенных на больших глубинах. Для таких месторождений характерно сочетание достаточно высокой ценности запасов, сложных горно-геологических и геомеханических условий, реологическими свойствами соляных пород, а также возникновения требований к сохранности водозащитной толщи и предупреждению водопроводящих трещин. В этих условиях традиционная камерная система разработки с удержанием кровли на междукammerных и барьерных целиках не обеспечивает безопасности горных работ и сопровождается существенными эксплуатационными потерями полезного ископаемого.

На глубоких горизонтах рост горного давления приводит к увеличению размеров несущих элементов системы разработки и, как следствие, к концентрации значительной части балансовых запасов в междукammerных и барьерных целиках. В таких условиях потери калийной руды в целиках могут достигать более 80% по руднику, что делает задачу доизвлечения запасов сильвинита технологически сложной решаемой проблемой. При этом любые решения по снижению потерь должны приниматься с учетом устойчивости массива горных пород, состояния водозащитной толщи, времени развития деформаций, а также прочностных и компрессионных свойств природных соляных пород и закладочного массива.

Диссертационная работа Конгар-Сюрюн Ч.Б. направлена на обоснование технологии разработки пологозалегающих калийных пластов на больших глубинах, предусматривающей периодическое оставление опорных целиков между выемочными участками, последующее доизвлечение запасов из этих

целиков и применение твердеющей закладки на основе солеотходов. Такой подход соответствует современным представлениям о комплексном освоении недр, ресурсосбережению, управлению напряженно-деформированным состоянием подрабатываемого массива для повышения полноты извлечения полезного ископаемого при соблюдении требований промышленной и экологической безопасности.

Таким образом, тема диссертации, несомненно, является актуальной, имеет существенное научное и практическое значение для калийной промышленности России и соответствует специальности 2.8.8 – Геотехнология, горные машины.

2. Общая характеристика работы

Диссертация Конгар-Сюрюн Ч. Б. выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». Работа изложена на 113 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 115 наименований, и приложений. Диссертация содержит 36 рисунков и 11 таблиц. Основные результаты исследования опубликованы в 9 печатных работах, получены 1 патент на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, зарегистрированы 2 заявки на изобретение.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, идея, объект и предмет исследования, приведены задачи, научная новизна, определены теоретическая и практическая значимость, защищаемые положения, сведения о достоверности результатов, апробации, публикациях и личном вкладе автора.

В первой главе выполнен анализ специфики отработки пологозалегающих калийных пластов шахтным способом. Рассмотрены отечественный и зарубежный опыт разработки калийных пластов, особенности камерных систем разработки, условия сохранности водозащитной толщи, причины роста эксплуатационных потерь при переходе на большие глубины. Автором проведено сравнение перспективных технологий, направленных на снижение потерь, и обоснована рациональная область применения камерной системы разработки с периодическим оставлением опорных межучастковых целиков.

Во второй главе разработаны технологические решения по отработке пологозалегающих калийных пластов в условиях больших глубин. Выполнено компьютерное моделирование геомеханических процессов в соленосном массиве, рассмотрены способы предотвращения роста напряжений в опорных целиках, включая изменение конфигурации междукамерных целиков и применение закладочных работ. Существенное значение имеет предложенная методика обоснования параметров технологии разработки, увязывающая геомеханические критерии безопасности, параметры очистных и закладочных работ, а также условия доизвлечения запасов из опорных целиков.

В третьей главе представлены результаты разработки перспективных рецептур твердеющей закладки на основе солеотходов. Автором проведены лабораторные испытания физико-механических свойств закладочных смесей, исследовано влияние металлургических шлаков, как вяжущего компонента, и фибры как армирующего компонента, на прочность и компрессионные свойства закладочного массива. Показано, что предложенные многокомпонентные составы обеспечивают существенно более высокие прочностные характеристики по сравнению с одно- и двухкомпонентными составами закладочной смеси.

В четвертой главе приведены рекомендации по применению разработанной технологии и дано технико-экономическое обоснование технологической схемы выемки пологих калийных пластов с использованием твердеющей закладки на основе солеотходов. Рассмотрены технология очистных и закладочных работ, календарный план выемки запасов, представленная оценка соответствия параметров технологии критериям безопасной подработки водозащитной толщи, а также экономической эффективности доизвлечения запасов из опорных целиков.

В заключении сформулированы основные результаты исследования, подтверждающие достижение поставленной цели и решение задач диссертационной работы.

3. Оценка обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автором сформулированы три научных положения, выносимых на защиту. Их содержание соответствует поставленной цели и логике исследования, а обоснованность подтверждается комплексом аналитических, численных, лабораторных методов исследований и технико-экономических расчетов.

Первое научное положение состоит в том, что предпочтительным способом снижения потерь руды в блоках при выемке пологозалегающих калийных пластов на больших глубинах с использованием известных камерных систем разработки является отработка опорных целиков, оставленных между смежными выемочными участками и содержащих до 45% балансовых запасов блока. Обоснованность данного положения подтверждается анализом вариантов камерных систем разработки, сравнением сценариев при изменении глубины горных работ, вынимаемой мощности сильвинитового пласта и ширины выемочного участка, а также выводом о росте целесообразности применения схемы с периодическим оставлением опорных целиков при переходе на глубины более 500 м. Рассмотрение большого числа расчетных сценариев позволяет считать вывод автора достаточно аргументированным.

Второе научное положение связано с тем, что безопасная выемка опорных целиков, расположенных между отработанными участками, по фактору исключения возникновения водопроводящих трещин достигается при рекомендованных параметрах системы разработки и создании в выработанном пространстве закладочных массивов, ограничивающих рост напряжений в опорных целиках за счет минимизации величины оседаний пород над выемочными участками. Данное положение опирается на результаты численного моделирования напряженно-деформированного состояния массива в плоскодеформированной постановке с законом деформирования упругопластического техногенно измененного массива. В работе варьировались ширина опорного целика, ширина выемочного участка, мощность пласта, ширина междуканнерных целиков, свойства вмещающих пород и закладочных массивов, а также глубина ведения горных работ. Важным результатом является установление зависимости коэффициента опорного давления от величины оседания кровли пласта и характеристик закладочного массива.

Третье научное положение заключается в том, что использование разработанной технологии выемки пологозалегающих калийных пластов, включающей периодическое оставление в выработанном пространстве опорных целиков, закладку выработанного пространства по предлагаемой рецептуре и последующее доизвлечение опорных целиков, позволяет снизить эксплуатационные потери в опорных целиках на величину до 63%. Обоснованность положения подтверждена расчетами параметров технологии, лабораторными испытаниями закладочных смесей, оценкой компрессионных свойств сухой, гидравлической и твердеющей закладки, а также технико-

экономическим сопоставлением предлагаемого варианта отработки. Существенным подтверждением практической направленности является использование результатов в проектных и научных работах для условий разработки Гремячинского месторождения.

В целом научные положения, выводы и рекомендации диссертации представляются обоснованными. Достоверность результатов обеспечивается корректной постановкой задач, использованием современных методов численного моделирования, лабораторных испытаний на поверенном оборудовании, статистической обработкой результатов, учетом данных натурных наблюдений и экспертных оценок специалистов в области разработки калийных месторождений.

4. Научная новизна диссертационной работы

Научная новизна выполненного исследования заключается в развитии научно-методических основ обоснования параметров разработки пологозалегающих калийных пластов на больших глубинах при снижении эксплуатационных потерь полезного ископаемого и обеспечении безопасного состояния подрабатываемого массива.

К наиболее значимым результатам, обладающим признаками научной новизны, следует отнести:

- установление прямой зависимости коэффициента опорного давления в опорном целике от величины опускания кровли пласта над центром выемочного участка;
- получение функциональной зависимости величины напряжений в опорном целике от вынимаемой мощности пласта, степени заполнения камер первой очереди и типа закладочного материала;
- установление полиномиальной зависимости второй степени прочности закладочного массива от вида и процентного содержания его компонентов согласно разработанным рецептурам;
- обоснование технологической схемы, предусматривающей периодическое оставление опорных целиков, закладку камер твердеющей смесью на основе солеотходов и последующее доизвлечение запасов из опорных целиков;
- разработку методики определения параметров технологии выемки пологозалегающих калийных пластов на больших глубинах с учетом геомеханических критериев безопасной подработки водозащитной толщи.

Указанные результаты имеют значение для развития геотехнологии подземной разработки калийных месторождений и расширяют представления о роли твердеющих закладочных массивов в управлении состоянием опорных целиков и подрабатываемой толщи пород.

5. Практическая значимость и рекомендации по использованию результатов

Практическая значимость работы заключается в разработке технологических решений, направленных на повышение полноты извлечения калийных солей при обеспечении безопасности подземных горных работ. Предложенная технология позволяет рассматривать опорный целик не только как временный несущий элемент системы разработки, но и как резерв последующего доизвлечения запасов при условии формирования в выработанном пространстве закладочного массива с заданными прочностными и деформационными характеристиками.

Важное практическое значение имеет разработанная рецептура твердеющей закладочной смеси на основе солеотходов с использованием металлургических шлаков и базальтовой фибры. По результатам лабораторных испытаний рекомендуемый состав обеспечивает прочность на одноосное сжатие до 12 МПа и усадку закладочного материала не более 5%, что позволяет использовать его как элемент управления напряженно-деформированным состоянием массива при снижении нагрузки на опорные целики.

Разработанная технология в типовых условиях при глубине разработки порядка 1100 м, средней вынимаемой мощности 9 м, ширине выемочного участка 160 м и применении твердеющей закладки позволяет снизить эксплуатационные потери в опорных целиках и получить значительный экономический эффект. В диссертации приведена оценка, согласно которой эффект от реализации технологии может составить 2 169 млн руб., что экономическую эффективность выполненных исследований.

Результаты диссертационной работы целесообразно использовать:

- при разработке и корректировке проектной документации на освоение глубокозалегающих пологих и слабонаклонных пластов калийных солей;
- при обосновании параметров камерных систем разработки с периодическим оставлением опорных целиков и последующим доизвлечением запасов;

- при выборе состава твердеющей закладки на основе солеотходов, обеспечивающей требуемые прочностные и компрессионные свойства закладочного массива;
- при оценке условий безопасной подработки водозащитной толщи и прогнозе развития водопроводящих трещин;
- в учебном процессе при подготовке специалистов по направлениям «Горное дело», «Геотехнология» и «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

6. Замечания по содержанию и оформлению диссертации

В целом оценивая диссертационную работу положительно, считаю необходимым отметить ряд замечаний, имеющих принципиальный.

1. В диссертации обоснована рациональная область применения камерной системы разработки с периодическим оставлением опорных целиков. При этом не уточнено, о каких опорных целиках идет речь. Опорный целик – это часть массива горных пород, оставленных для управления горным давлением и ограничения деформацией налегающих пород. Эти функции выполняют в условиях разработки Гремячинского месторождения как междукammerные, так и барьерные целики, которые играют различную роль в геомеханической системе. Поэтому следует более четко определять, о каких целиках в защищаемых положениях идет речь. Кроме того, четко не определены границы применимости предложенной технологии по диапазонам мощности пласта, углам падения, глубине разработки, мощности водозащитной толщи и изменчивости физико-механических свойств соленосного массива и не дано оценки особенностей взаимодействия предложенного состава закладочной смеси с соленосным массивом.

2. В условиях разработки пологозалегающего Гремячинского месторождения, представленного одним продуктивным пластом сложного строения, все запасы разделены на выемочные панели, отделяемые барьерными целиками, требует дополнительного пояснения, чем представлены блоки и участки, какие их параметры и какие рекомендуются параметры системы разработки.

3. В диссертации указано на перспективы снижения эксплуатационных потерь на 63% за счет отработки части запасов опорных целиков. При этом в защищаемом положении утверждается, что в опорном целике остаются до 45% балансовых запасов блока. А во втором пункте заключения отмечена

возможность увеличения извлечения, по сравнению с вариантом без опорного целика на 8-12%. Данные цифры требуют дополнительной оценки.

4. Численное моделирование выполнено в условиях плоской деформации, при этом четко не определены условия граничного защемления, внешнего нагружения, деформационные характеристики элементов геомеханических системы и их изменения при росте нагрузок.

5. В работе не нашли отражения вопросы долговременной устойчивости закладочного массива рекомендуемого состава в агрессивной соляной среде. Не определена химическая совместимость солеотходов, металлургических шлаков, фибры и насыщенного соляного раствора, а также вмещающих соляных пород

6. В технологической части диссертации предложена отдельная доставка сухой и жидкой частей закладочной смеси с приготовлением смеси непосредственно у закладываемой камеры или в нижней камере блока. Однако, не раскрыты требования к производственному контролю однородности смеси, коэффициенту заполнения камер, усадке закладочного материала и качеству контакта закладочного массива с кровлей камеры.

Указанные замечания не ставят под сомнение достоверность основных выводов и рекомендаций и могут быть учтены автором диссертации в дальнейшей работе.

7. Заключение о соответствии диссертации требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертация Конгар-Сюрюн Чейнеш Буяновны на тему «Обоснование технологии разработки пологозалегающих калийных пластов на больших глубинах, обеспечивающей снижение потерь полезного ископаемого» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача обоснования параметров технологии разработки пологозалегающих калийных пластов на больших глубинах, обеспечивающей снижение эксплуатационных потерь полезного ископаемого при соблюдении требований безопасной подработки водозащитной толщи.

Полученные автором результаты обладают научной новизной, имеют теоретическую и практическую значимость, а также соответствуют паспорту научной специальности 2.8.8 – Геотехнология, горные машины, в части способов вскрытия, подготовки и систем разработки месторождений твердых полезных ископаемых, а также способов управления состоянием

подрабатываемых породных массивов, исключая критические деформации земной поверхности и опасные проявления горного давления.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертационной работы, отражает цель, задачи, защищаемые положения, научную новизну, практическую значимость и основные выводы исследования. Публикации автора в достаточной степени отражают основные результаты диссертации.

Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Конгар-Сюрюн Чейнеш Буяновна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8 – Геотехнология, горные машины.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник отдела Теории Рыльников
проектирования и геотехнологии комплексного освоения недр
Марина Владимировна

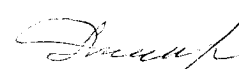
ФГБУН Институт проблем комплексного освоения
недр им. академика Н.В. Мельникова Российской
академии наук

Адрес: 111020, г. Москва, Крюковский тупик, 4

Телефон: 8 (495) 360-89-60

E-mail: rylnikova@mail.ru

Я, Рыльникова Марина Владимировна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

« 07 » 07 2026 г. 

Подпись профессора, доктора технических наук, главного научного сотрудника отдела проблем моделирования и управления горнотехническими системами Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН) Рыльниковой Марины Владимировны удостоверяю:
Ученый секретарь ИПКОН РАН,
профессор, доктор технических наук

