

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор,

общество

с

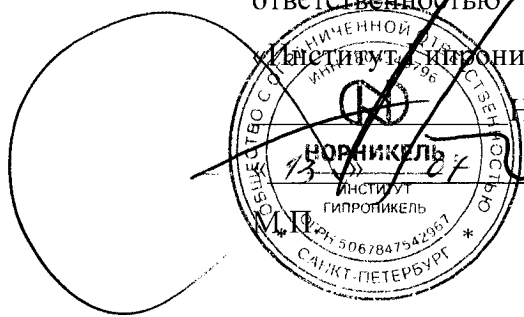
ограниченной

ответственностью

«Институт Гипроникель»

Н.А. Липницкий

20 г.



О Т З Ы В

ведущей организации 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

Одной из ключевых проблем современного недропользования является рациональное использование запасов месторождений, особенно это касается стратегических видов минерального сырья, к которым относятся калийные соли. В Российской Федерации освоение новых калийных месторождений и перспективных участков неизбежно связано с переходом на глубины порядка 1000 м и более, где горно-геологические условия ведения работ существенно усложняются. Применяемые в настоящее время камерные системы разработки, адаптированные для меньших глубин, в новых условиях приводят к неоправданно высоким эксплуатационным потерям, которые для больших глубин могут составлять более 80% по блоку. Увеличение размеров целиков с глубиной лишь усугубляет ситуацию с полнотой извлечения, а их уменьшение создает неприемлемые риски нарушения сплошности водозащитной толщи и, как следствие, потенциального затопления горных выработок, что только в редких случаях не приводит к потере запасов всего месторождения. Таким образом, при разработке калийных месторождений недропользователь вынужден постоянно балансировать на тонкой грани между обеспечением региональной безопасности рудников и максимизацией степени извлечения руды.

Решение проблемы высокого уровня потерь требует пересмотра устоявшихся технологических подходов и поиска новых способов управления напряженно-деформированным состоянием массива горных пород.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-423 от 01.05.20
АУ УС

Повышение полноты извлечения запасов в предлагаемой работе достигается за счет реализации двухстадийной схемы отработки. На первой стадии предусматривается выемка камер с оставлением междуканальных целиков переменной ширины, возрастающей от центра выемочного участка к его границам. Такая конфигурация позволяет снизить концентрацию напряжений в краевых зонах опорного междуканального целика и тем самым создать более благоприятные условия для последующей их отработки, в которых сосредоточено до 45% балансовых запасов блока. После завершения выемки на смежных участках производится доизвлечение запасов из опорных целиков камерами второй стадии. Оработка опорных междуканальных целиков возможна при создании в выработанном пространстве закладочных массивов с параметрами, ограничивающими рост опасных напряжений в опорных целиках за счет минимизации величины оседаний пород над выемочными участками. Разработанная технологическая схема, предложенная в диссертации, обеспечивает снижение эксплуатационных потерь полезного ископаемого в опорных целиках на величину до 63%.

Диссертация Конгар-Сюрюн Ч.Б., направленная на разработку технологии, позволяющей снизить эксплуатационные потери полезного ископаемого за счет безопасного доизвлечения запасов из опорных целиков, является безусловно актуальной как с научной, так и с практической точек зрения. Предложенные автором решения имеют важное значение для обеспечения ресурсосбережения и обеспечения рационального недропользования.

2. Научная новизна диссертации

В ходе выполнения диссертационного исследования автором получены следующие новые научные результаты.

Установлена прямая линейная зависимость между коэффициентом концентрации напряжений в опорном целике и величиной опускания кровли над центром смежного выемочного участка, что позволяет прогнозировать рост нагрузок на несущие элементы системы разработки.

Выведена функциональная зависимость, описывающая изменение напряжений в опорном целике от вынимаемой мощности пласта, степени заполнения камер на выемочном участке и физико-механических свойств закладочного массива. Данная зависимость позволяет количественно оценить эффективность различных закладочных материалов, предотвращающих рост опорного давления.

На основе лабораторных экспериментов установлены полиномиальные зависимости второй степени, связывающие прочность закладочного массива с процентным содержанием компонентов в разработанных многокомпонентных рецептурах (солеотходы, металлургический шлак, фибра). Это позволило оптимизировать состав смеси для достижения требуемых прочностных и деформационных характеристик. Помимо этого, экспериментально установлены компрессионные свойства сухой, гидравлической и твердеющей закладки. Установлено, что предлагаемый состав твердеющей закладки обладает усадкой не более 5%.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность полученных результатов и обоснованность научных положений обеспечиваются комплексным применением апробированных методов исследования. Автор использует численное моделирование для оценки напряженно-деформированного состояния массива, результаты которого верифицированы путем сопоставления с данными визуально-инструментальных наблюдений на действующих рудниках, а также с результатами лабораторных испытаний физико-механических свойств пород и закладочных материалов. Лабораторные исследования выполнены с применением стандартизированных методик (ГОСТ) на поверенном оборудовании, а их статистическая обработка, включая обоснование достаточного количества образцов, подтверждает высокую надежность полученных данных. Обобщения и заключения, представленные в диссертации, являются следствием корректной интерпретации результатов численного и лабораторного моделирования и согласуются с установленными закономерностями деформирования соляных пород.

4. Научные результаты, их ценность

Научная ценность работы состоит в развитии теоретических основ управления геомеханическими процессами в соленосных породах при реализации двухстадийной схемы отработки запасов. Предложенные автором аналитические и численные зависимости создают методическую базу для обоснованного проектирования параметров системы разработки, позволяющих целенаправленно регулировать уровень опорного давления на несущие элементы системы разработки. Отдельного внимания заслуживает разработка рецептур твердеющих смесей на основе солеотходов и металлургических шлаков с применением фибрового армирования, что вносит весомый вклад в решение задач ресурсосбережения и утилизации промышленных отходов.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 11 печатных работах, в том числе в 1 статье - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 8 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получен 1 патент на изобретение, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, зарегистрированы 2 заявки на изобретение, что подтверждает практическую значимость и новизну разработок.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в установлении новых закономерностей изменения напряженного состояния опорных целиков под влиянием комплекса горнотехнических и геологических факторов (глубина, мощность, конфигурация целиков, параметры закладки). Эти зависимости существенно дополняют и уточняют существующие нормативные методы расчета параметров камерных систем разработки в условиях глубоких

горизонтов.

Практическая значимость подтверждается рядом положений:

- Разработана и прошла промышленную апробацию (Акт о внедрении в ООО «ПроТех Инжиниринг») методика обоснования параметров технологии, позволяющая снизить эксплуатационные потери в опорных целиках до 63%.
- Предложен новый способ ведения очистных и закладочных работ в блоке, защищенный патентами, который позволяет одновременно вести выемку запасов из опорных целиков. Такой подход исключает необходимость возвращения к ранее отработанным участкам через значительный промежуток времени и предотвращает сопутствующие затраты на восстановление панельных горных выработок, пришедших в неэксплуатационное состояние.
- Разработана и запатентована эффективная рецептура твердеющей закладки на основе техногенных отходов, обеспечивающая высокую степень заполнения камер и требуемые физико-механические свойства по сравнению с традиционными сухой и гидравлической закладкой.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Разработанные автором методические подходы и практические рекомендации целесообразно использовать:

- На производстве: при проектировании новых и реконструкции действующих калийных рудников, разрабатывающих пологозалегающие калийные пласты на больших глубинах, для обоснования параметров камерной системы разработки с закладкой выработанного пространства и доизвлечением опорных целиков.
- В проектных организациях: как инструмент обоснования выбора рациональных параметров камерной системы разработки на этапе технико-экономического сравнения альтернативных технологических схем.
- В учебном процессе: в рамках дисциплин по подземной разработке пластовых месторождений и геомеханике при подготовке горных инженеров.

Дальнейшее развитие темы может быть направлено на адаптацию предложенной технологии для условий отработки двух и более сближенных калийных пластов.

7. Замечания и вопросы по работе

В целом, положительно оценивая диссертационную работу, следует отметить ряд вопросов и замечаний:

1. Разработанная методика расчёта переменной ширины междукammerных целиков является достаточно обоснованной, однако алгоритм подбора величины шага увеличения ширины целиков (Δb) от центра к краям выемочного участка мог бы быть раскрыт более детально. В текущей версии не вполне ясно, каким образом выбирается оптимальное значение Δb при варьировании горно-геологических параметров. Рекомендуется детализировать методику расчёта переменной ширины целиков и дополнить блок-схемой или таблицей с

рекомендуемыми диапазонами Δb . Это облегчило бы практическое применение методики проектировщиками.

2. Следовало бы подойти более обоснованно к выбору эмпирических коэффициентов для модели ползучести. В разделе 2.1 для прогноза оседаний кровли используется уравнение ползучести Нортон-Бейли с коэффициентами $\alpha = 0,13$ и $\beta = 0,175$, однако в тексте отсутствует ссылка на конкретные лабораторные или натурные исследования, которыми эти коэффициенты были определены именно для условий Гремячинского месторождения.

3. В работе установлены полиномиальные и степенные функции (например, зависимость прочности от содержания шлаков, зависимость коэффициента концентрации напряжений от опускания кровли), однако не выполнен анализ их устойчивости при вариации свойств пород в пределах естественной изменчивости. Это может повлиять на степень достоверности рекомендаций для условий, отличающихся от принятых типовых.

4. Лабораторные испытания трёхкомпонентных рецептур проведены на ограниченном числе комбинаций компонентов. В таблице 8 представлены 24 варианта рецептур, однако не выведены зависимости, устанавливающие экономическую целесообразность (соотношение «цена смеси – прирост прочности») при варьировании содержания шлаков (10, 20, 25, 30 %) и фибры (0,3; 0,5; 0,7 %). Рекомендуемый состав (20 % шлаков, 0,7 % базальтовой фибры) выбран как дающий максимальную прочность, но вопрос экономической оптимальности требует более глубокой проработки.

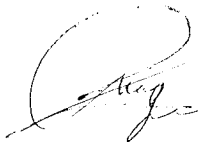
Указанные замечания не снижают общей научной и практической ценности работы и могут рассматриваться как направления для дальнейших исследований.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Обоснование технологии разработки пологозалегающих калийных пластов на больших глубинах, обеспечивающей снижение потерь полезного ископаемого», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Конгар-Сюрюн Чейнеш Буяновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Конгар-Сюрюн Чейнеш Буяновны обсужден и утвержден на заседании Департамента научно-технического развития в структурном подразделении «Лаборатория геотехники» Общества с ограниченной ответственностью «Институт Гипроникель», протокол № ГН-01-02/62 от 13.07.2026.

Председатель заседания
Заведующий лабораторией геотехники
Общество с ограниченной ответственностью «Институт Гипроникель»
к.т.н.

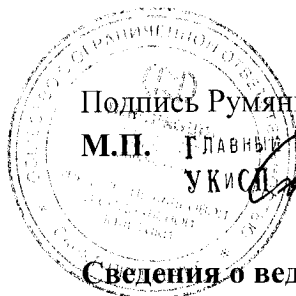


Румянцев Александр Евгеньевич
(полностью)

Секретарь заседания
Заведующий сектором геомеханики лаборатории геотехники
Общество с ограниченной ответственностью «Институт Гипроникель»
к.т.н.



Колганов Артем Владимирович
(полностью)



Подпись Румянцева А.Е. председателя заседания и Колганова А.В. секретаря заседания заверяю
М.П. ГЛАВНЫЙ АДМИНИСТРАТОР
УКФСД  **Н. В. ТУЖИК**

Сведения о ведущей организации:

Общество с ограниченной ответственностью «Институт Гипроникель»
195220, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, дом 11
<https://gipronickel.ru>
gn@normik.ru
+7 812 335 31 24