

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы

«ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГИХ РУДНЫХ ТЕЛ СИСТЕМАМИ С ОТКРЫТЫМ ОЧИСТНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ»,

представленной на соискание степени доктора философии (PhD)

по специальности 6D070700 – «Горное дело»

БАЛПАНОВОЙ МЕРЕЙ ЖУМАГАЛИЕВНЫ

Целью диссертационной работы является обоснование параметров систем разработки с открытым очистным пространством на основе комплекса геомеханических исследований для повышения эффективности и безопасности ведения горных работ.

Задачи исследования

- анализ современного отечественного и зарубежного опыта применения системы разработки с открытым очистным пространством пологих залежей;
- теоретическое и натурное исследование деформационных и физических процессов в налегающей толще горных пород при полной отработке пологих рудных залежей с учетом горно-геологических и горно-технических факторов;
- разработка рациональной технологической схемы отработки рудных тел, обеспечивающей устойчивость целиков и камер на первой и второй стадиях разработки, на основе комплекса геотехнических исследований, многофакторного учета технологических параметров отработки запасов, оценки геомеханического состояния массива налегающих горных пород;
- проверка разработанной технологической схемы в условиях месторождения Жаманай-Айбат.

Методы исследования

Основной теоретической базой диссертационных исследований является теория свода естественного равновесия. Для достижения поставленной цели также использовался комплекс методов исследований, включающий: научный системный анализ и обобщение данных экспериментальных и теоретических исследований отечественных и зарубежных ученых в области геомеханических процессов, происходящих при отработке рудных месторождений с оставлением целиков различного назначения при применении систем разработки с естественным поддержанием кровли очистного пространства, с последующим обрушением вмещающих пород; методы сопротивления материалов, теории упругости, механики сплошной среды, вычислительной математики; полевые методы с применением полевых сейсморазведочных работ; аналитические исследования напряженно-деформированного состояния и устойчивости целиков с применением инновационных технологий компьютерного моделирования; анализ данных карточек вывалов горных пород и протоколов комиссионных обследований

состояния целиков и горных конструкций в условиях динамических форм проявления горного давления.

Основные положения (доказанные научные гипотезы и другие выводы, являющиеся новыми знаниями), выносимые на защиту

1. Определение возможных границ распространения зон деформаций в налегающей толще необходимо вести с учетом прочностных и деформационных свойств каждого типа горных пород, слагающих налегающую толщу, которое базируется на построении кривых линий поверхностей скольжения трех семейств.

2. Величина угла обрушения горных пород δ зависит от угла β , определяемого по паспорту прочности, и угла внутреннего трения $\rho_{кс}$, и на глубине 430 м при $\rho_{кс} = 33^\circ \div 36^\circ$, изменяется в пределах $\delta = 65,86^\circ \div 62,84^\circ$.

3. При выполнении условия полной подработки земной поверхности отработку запасов необходимо производить с оставлением барьерных целиков, а в случае невыполнения условий - с оставлением массивных целиков.

Описание основных результатов исследования

1. Установлено, что для геомеханического обеспечения разработки пологих рудных тел системами с открытым очистным пространством, при проектировании двух стадий разработки (извлечение камерного запаса и повторная отработка) необходимо рассматривать сразу как одну систему, а не рассматривать отдельно. Так как, обеспечение полноты воспроизводства запасов руды на втором этапе, т. е. в целиках, зависит от оптимальности принятых параметров на первом этапе добычи руды.

2. Для качественного и количественного прогнозирования развития механических процессов в горном массиве целесообразно использовать численный метод моделирования. При этом метод БАБО проф. Э. Сабденбекұлы удобен для решения задач на плоскости (в двух измерениях) и на сегодняшний день показал свою эффективность.

3. Снижение величины нагрузки на барьерные целики и междукамерные целики на смежных панелях достигается при выполнении условия полной посадки налегающей толщи.

4. У камерно-столбовой системы разработки два основных конструктивных элемента, определяющих уровни безопасности горных работ, извлечения руды из недр и производительности добычи. Это кровля очистных камер и поддерживающие междукамерные целики.

5. С целью оценки влияния пролета камеры на устойчивость массива кровли проведено численное моделирование при ширине камер 9,0 (принято в текущем проекте), 8,0 м и 7,0 м. Определена зависимость запаса прочности пород кровли от ширины камеры. Критерий устойчивости удовлетворяет величине ширины камер 7 м.

6. Путем наложения кривых поверхностей скольжения на геологический разрез выявлены зоны деформации в налегающей толще панелей 1, 39, 40, 41, 42, 43 залежи 4-1 и сопоставлены с результатом сейсморазведки. Установлено,

что параметры свода рассчитанные методом БАБО и результаты сейсморазведки имеют совпадение.

7. Усовершенствована методика расчета зоны деформации в горном массиве с целью адаптации ее к условиям месторождения. Учитывая, что угол наклона β_i в зависимости от глубины поверхности скольжения зависит от напряжений, была определена зависимость β_i от величины $\rho_{\text{КС}}$. Также установлена зависимость величины угла обрушения горных пород δ от параметров β_i и $\rho_{\text{КС}}$. При $\rho_{\text{КС}} = 33^\circ \div 36^\circ$ величина δ изменяется в пределах $\delta = 65,86^\circ \div 62,84^\circ$.

8. По скорректированной методике оценено выполнение условия полного оседания (оседания) поверхности земли при ширине необходимого пространства, обеспечивающего полное оседание поверхности земли в процессе выемки руды на глубине 430 м в условиях месторождения Жомарт-2. Условие полной подработки выполняется при $H < 1,09 L_э$ или $L_э > H/1,09$.

10. Разработан усовершенствованный вариант системы разработки с открытым очистным пространством, которая позволяет управлять горным давлением на первом и втором стадиях разработки месторождения обеспечивающий безопасность и оптимальность горных работ.

Научная новизна

- научно обосновано, что закономерность изменения запаса прочности горных пород кровли камеры зависит от ширины (пролета) камеры (7, 8 и 9 м);

- установлены закономерности формирования смещений и деформации в зоне воздействия очистных работ в зависимости от размера выработанного пространства и расположения барьерных целиков относительно выработанного пространства.

- в результате сопоставления результатов натуральных исследований (сейсморазведки) с результатами расчетов по методике БАБО, по методу обратного расчета были определены параметры скольжения в условиях месторождения Жомарт и проведена корректировка метода БАБО.

- установлено условие полной подработки земной поверхности ($L_э > H/1,09$), необходимое для проектирования порядка повторной отработки целиков, как основной геомеханический параметр камерно-столбовой системы разработки;

- разработан усовершенствованный вариант системы разработки с открытым очистным пространством, которая позволяет управлять горным давлением на первом и втором этапах разработки месторождения обеспечивающий безопасность и оптимальность горных работ.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам

Диссертационная работа выполнена в соответствии с приоритетным направлением развития науки, утвержденным Высшей научно - технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан, а именно по приоритетному направлению «Геология, добыча и переработка минерального

и углеводородного сырья, новые материалы, технологии, безопасные изделия и конструкции».

Диссертация выполнена в рамках грантового проекта №AP14972873 «Создание ресурсосберегающих технологий разработки рудных месторождений с целью повысить полноту извлечения полезных ископаемых» по грантовому финансированию исследований молодых ученых по проекту «Жас ғалым-2» (научный руководитель – Балпанова М. Ж.).

Практическая значимость работы

Практическая, подтвержденная в ходе апробации значимость данной диссертационной работы заключается в минимизировании процента потери и разубоживания полезного компонента при отработке пологих рудных тел системами с открытым очистным пространством позволяющая снизить себестоимость добываемого полезного ископаемого.

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации

Личный вклад автора заключается в выполнении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, включая разработку теоретических моделей, методик экспериментальных исследований, проведение исследований, анализ и оформление результатов в виде публикаций и научных докладов.

По теме диссертационной работы опубликованы 10 научных работ, в том числе: 1 (одна) статья в рецензируемом научном издании по научному направлению темы диссертации, индексируемых в Web of Science Core Collection и 1 статья по CiteScore в базе Scopus (Elsevier), 5 (пять) статей в изданиях, рекомендованных КОКСНВО МНиВО РК, 3 (три) тезиса в сборниках Международной научно-практической конференции.

В журнале, индексируемом в базе данных Web of Science Core Collection:

Journal of Mining Science, 2020, volume 56, №2, 184–195 (2020)

<https://doi.org/10.1134/S1062739120026637>

Статья в рекомендованных журналах из списка Scopus:

Mining of Mineral Deposits, 2023, Volume 17 (2023), Issue 1, pp.129-137.

<https://doi.org/10.33271/mining17.01.129> (Статья опубликована в рамках грантового проекта №AP14972873 «Создание ресурсосберегающих технологий разработки рудных месторождений с целью повысить полноту извлечения полезных ископаемых» по грантовому финансированию исследований молодых ученых по проекту «Жас ғалым-2» и по отдельным результатам настоящей диссертационной работы).

В журналах, входящих в перечень рекомендуемых изданий КОКСНВО:

Горный журнал Казахстана №6 (2019 г.);

Физико-технические проблемы разработки полевых методов №2 (2020 г.);

Труды университета №4 (2022 г.);

Горный журнал Казахстана №2 (2023 г.);

Горный журнал Казахстана №11 (2023 г.).

Сведение об охранных документах на объект интеллектуальной собственности:

Патент РК на полезную модель №8447 «Способ возведения искусственного целика». от 22.09.2023. Балпанова М.Ж., Таханов Д.К., Балабаев О.Т.

Реализация результатов работы

Результаты научных исследований доведены до практического внедрения и используются на руднике Жомарт ПО «Жезказганцветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс».

Результаты диссертационного исследования были использованы при разработке проекта П 20-22/03-ПЗ «Опытно-промышленная отработка запасов панелей 21, 22 камерно-столбовой системой разработки с оставлением массивных целиков» в качестве рекомендации, в рамках НИР «Проведение исследования на выполнение работ опытно-промышленная отработка запасов панели 21 залежей 5-III, 5-II, 5-I, панели 22 залежи 4-III, панели 23 залежей 4-I, 3-VI камерно-столбовой системой разработки с оставлением массивных целиков рудника «Жомарт», выполненной в рамках контракта №P1100108845 от 24.03.2022 г. между ТОО «НПК «АлГеоРитм» и ТОО «Корпорация Казахмыс» (подтверждается актами и справками о внедрении).