

ОТЗЫВ

официального оппонента Пирогова Геннадия Георгиевича на диссертационную работу Алексеева Романа Радионовича «Изыскание и исследование способов реализации систем с закладкой в условиях разработки месторождений Норильского промышленного района», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология подземная, открытая и строительная

Диссертационная работа изложена на 222 страницах, включает введение, четыре главы, заключение, два приложения, 113 литературных источников, 85 таблиц, 71 рисунков и 162 формулы.

Актуальность темы для горно-геологических, горнотехнических условий месторождений Норильского промышленного района очевидна. Высокая ценность добываемых руд, большая глубина ведения горных работ, значительная тектоническая нарушенность горных массивов делают безальтернативным применение камерной системы разработки с закладкой. Однако сложные и многообразные горно-геологические условия, большой объем горно-подготовительных выработок вследствие использования на нарезных и очистных работах самоходной горной техники обусловливают изыскание и научное обоснование более эффективных вариантов системы.

Цель работы направлена на выбор продуктивных вариантов камерной системы разработки с закладкой для отработки наклонных мощных рудных тел и поиск решений, обеспечивающих целесообразное соотношение между потерями, разубоживанием и экономическими затратами, а также обеспечивающими безопасность ведения горных работ.

Идея работы состоит в переходе на технологии добычи руд с использованием изменения азимута заложения нарезной выработки относительно подготовительной выработки в горизонтальной плоскости для

обеспечения дальнейшей отработки очистной камеры с минимизацией потерь и разубоживания в процессе очистной выемки полезного ископаемого.

Предмет исследований – способ воздействия на технологию разработки наклонных мощных рудных тел путем изменения азимута заложения горных выработок.

Степень обоснованности и новизны научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Для достижения поставленной цели в первой главе диссертации поставлены следующие *основные задачи исследований*:

- разработать высокопроизводительную и безопасную геотехнологию для подземной разработки рудных залежей на примере условий Октябрьского и Талнахского месторождений, разрабатываемых ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»;
- обобщить опыт и результаты НИР по совершенствованию технологии добычи руд при разработке наклонных рудных залежей;
- дополнить методику расчета параметров оптимизации систем разработки с закладкой выработанного пространства с использованием компьютерной графики, позволяющей учитывать техногенный фактор;
- установить эффективную область применения, произвести физическое и математическое моделирование отработки рудных залежей камерной системой с закладкой и заложением камер под углом относительно подготовительной выработки;
- составить экономико-математическую модель для технико-экономической оценки состояния и перспектив для разработки рудных залежей способом отработки месторождения с использованием азимута заложения очистных выработок относительно подготовительных.

Исследования выполнялись по предложенной диссидентом комплексной методике, включающей анализ результатов и обобщения опыта освоения мощных месторождений полезных ископаемых на больших

глубинах, технологическое моделирование, экономико-математическое моделирование, технико-экономическую и вероятностную оценку результатов исследований и их статистическую обработку.

В первой главе выполнена общая характеристика минерально-сырьевой базы Талнахского месторождения медно-никелевых руд, осуществлен анализ применения камерных систем разработки с закладкой в отечественной и зарубежной горнорудной практике, сформулированы на основании выводов по выполненному анализу цель и задачи диссертационных исследований.

Вторая глава посвящена изысканию и обоснованию новых технических решений разработки мощных наклонных рудных залежей. Рассмотрен вариант камерной системы разработки с закладкой, применяемый на норильских рудниках, существенными недостатками которого диссертант выделяет большой объем горно-подготовительных работ, потери и разубоживание руды на контактах руды с кровлей и подошвой залежи. В удароопасных участках очистные работы ведутся под защитным слоем, технология формирования которого вследствие подъема горного оборудования, по мнению диссертанта, должна быть усовершенствована. Предложено новое техническое решение отработки рудных залежей с защитным слоем в кровле залежи и без него на основе изменения азимута заложения нарезной выработки (разрезного орта) согласно установленной тригонометрической формулы с выемкой очистной камеры вкrest простирации.

В третьей главе проведены исследования влияния азимута заложения очистных камер на величину потерь и разубоживания на контактах руда-порода с применением программы Micromine при отработке камер под защитным подкровельным слоем и в случае его отсутствия. Установлены уменьшения величины потерь и разубоживания руды на контактах руда-порода в предлагаемых вариантах в сравнении с базовыми при углах падения рудной залежи от восьми до 15 градусов. Выявлены зависимости коэффициента извлечения руды из недр и коэффициента изменения качества руды на контактах залежи от угла её падения. Сделан аргументированный

вывод о целесообразности разработки рудных залежей в интервале угла падения 8-15⁰ наклонными очистными камерами.

В четвертой главе предложены способ формирования защитного слоя при неустойчивых породах кровли, технология подготовки и нарезки защитного слоя для системы разработки залежи наклонными камерами и способ разработки камер под защитным слоем. Произведена технико-экономическая оценка предлагаемого варианта камерной системы разработки с закладкой и базового при углах падения 8-15⁰. В качестве экономического критерия принята прибыль, отнесенная к одной тонне погашаемых балансовых запасов. Установлены графические зависимости прибыли от угла падения залежи. Выполнено диссертантом обоснование эффективной области применения предлагаемых технических решений.

В приложениях 1 и 2 осуществлены детальные расчеты технико-экономической оценки сравниваемых вариантов.

Научная новизна характеризуется тремя защищаемыми положениями.

В первом защищаемом положении аргументировано утверждается, что при отработке рудных залежей с углами падения 8-15⁰ наиболее эффективным является применение камерной системы разработки с закладкой, в которой азимут заложения очистных камер относительно подготовительной выработки находится в пределах 85-60⁰.

Во втором защищаемом положении обосновано, что азимут заложения очистных камер относительно доставочного штрека определяется таким образом, чтобы угол поворота разрезного орта в месте «засечки» соответствовал техническим возможностям погрузочно-доставочных машин и буровых установок и рассчитывался по формуле:

$$\alpha_3 = \arcsin (\sin(\alpha_b) / \tan(\alpha)),$$

где α_3 – угол заложения камеры относительно доставочного штрека, град;

α_b – угол наклона выработки для заезда самоходных машин, град;

α - угол падения залежи, град.

В третьем защищаемом положении обосновано, что применение наклонных камер при отработке рудных залежей снижает величину потерь на 1,5-2% и разубоживания на 2,0-2,5%, увеличивает прибыль с одной тонны погашаемых балансовых запасов на 2,0-3,0% и обеспечивает полное заполнение выработанного пространства закладкой.

Выводы и рекомендации достаточно корректные и соответствуют полученным результатам исследований.

Достоверность научных результатов, выводов и рекомендаций базируется на представительном объёме исходных данных, применении методов анализа и компьютерного моделирования, сходимости расчетных материалов, получении патента на предложенный способ разработки наклонных рудных залежей.

Научное значение диссертационной работы заключается в установлении зависимостей величин потерь руды, разубоживания и прибыли от азимута заложения камер при разработке рудных залежей.

Практическое значение работы заключается в снижении уровня потерь руды и разубоживания на контактах руда – порода, повышении экономической эффективности разработки пологих рудных залежей в интервале угла падения 8 – 15⁰. Предложенный и обоснованный способ разработки может быть использован на норильских рудниках и в других аналогичных горно-геологических условиях.

Апробация работы. Основное содержание работы и её отдельные положения докладывались и получили одобрение на конференциях, опубликованы в открытой печати.

Публикация. По теме исследований опубликовано шесть печатных работ, три из которых входят в издания из перечня рекомендованных научных журналов ВАК, получен один патент РФ на изобретение.

Личный вклад автора состоит в обобщении опыта разработки рудных залежей, установлении состояния геологических запасов, обосновании параметров геотехнологии рудного тела, технологических рекомендаций по

разработке рудных залежей норильских месторождений с оценкой экономической эффективности, получении патента на способ разработки.

Соответствие автореферата диссертационной работе. Автореферат составлен по материалам диссертации.

К замечаниям можно отнести следующее:

1. В первой главе сформулированы пять задач предстоящих исследований, однако во введении и в автореферате приведены три задачи, первая из которых – развитие научно-методических основ проектирования разработки наклонных залежей в сложных горно-геологических условиях – в диссертационной работе не получила достаточного решения.
2. Анализ отечественной и зарубежной практики включает ряд систем не совсем относящихся к теме исследований (подэтажных штреков, этажно-камерная и др.) и не носит критичный характер. Следовало после каждого примера давать краткую оценку.
3. В диссертационной работе речь должна вестись о пологих рудных залежах, угол которых до 20^0 (Правила технической эксплуатации рудников, приисков и шахт, разрабатывающих месторождения цветных, редких и драгоценных металлов, 1980 г.).
4. Для пологих залежей в интервале значений угла падения $8\dots15^0$ выражение разработка вкрест простирания не корректно, точнее – по падению (восстанию).
5. На рисунке 36 обозначение выработки СО не пояснено.
6. В диссертации все установленные зависимости не имеют математической аппроксимации, не выявлена теснота связи между величинами (коэффициент корреляции), не построены доверительные интервалы (вероятностная оценка зависимостей).
7. В работе не указано, каким образом в предлагаемом способе разработки самоходные машины появляются в доставочных штреках при углах падения ближе к 15^0 .

8. В работе не указаны нормативная прочность твердеющей закладки в защитном слое и предельная его площадь по условиям устойчивости.
9. В работе отмечается, что для всех вариантов систем разработки принята схема отбойки секциями сверху вниз веерно расположены скважинными зарядами большого диаметра (стр. 83). В камерных системах с закладкой взрывные работы должны иметь щадящий характер. Частично это обеспечивается секционным характером отбойки. Но важную роль играет диаметр заряда. Стоило указать величину большого диаметра заряда.
10. На рисунке 55 приведена зависимость углов защиты от $\tau = H_{KP} / H$, но в тексте нет расшифровки отношения H_{KP} / H , ссылка на рисунок 33 ясности не прибавляет.
11. Рисунки 62 и 63 недостаточно информативны, визуально трудно установить преимущества предлагаемого варианта по величине потерь руды и разубоживания на контактах руда – порода.
12. Четвертая и пятая задачи диссертационных исследований (первая глава, стр. 53) решены не полностью, в работе отсутствует заявленное физическое моделирование, хотя в одной из публикаций диссертанта использовано по теме диссертации моделирование в эквивалентных материалах. В параграфе 4.7 поставлен вопрос о разработке экономико-математической модели для определения оптимальных областей применения предлагаемых технических решений, однако диссертант ограничился сравнительными технико-экономическими расчетами.
13. Диссертация недостаточно отредактирована: встречаются некорректные выражения (заряжание очистных забоев, стр. 86), термины (вент.-закладочный штрек), точки после ряда заголовков, стандартных единиц измерения (м, мм, т), повторения: рисунки 55 и 4; 52 и 1; параграфы 4.4 и 1.3 (первые цифры относятся к тексту диссертации, вторые к приложениям).

Заключение

Диссертационная работа является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения разработки мощных пологих рудных залежей с углами падения в интервале 8 – 15⁰ в сложных горно-геологических условиях, имеющие существенное значение для развития страны.

Диссертация отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а её автору, Алексееву Роману Радионовичу, по результатам защиты может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная).

Профессор кафедры ПРМПИ,

доктор технических наук, доцент



Г.Г. Пирогов

Телефон: +79145202657

E-mail: pirogov.chita@mail.ru

« 15 » августа 2022 г.

Подпись Г.Г. Пирогова занесена

Начальник управления кадров ЗабГУ

О.В. Евтушок

