

АННОТАЦИЯ

Диссертационной работы на соискание степени доктора философии
PhD по образовательной программе 8D07202 – «Горное дело»

Акпанбаевой Асем Гусмановны

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ НА РУДНИКАХ

Актуальность работы - Управление любым процессом на предприятии связано со всевозможными рисками, наличие которых обусловлено различными причинами. Следует отметить, что горное производство – это производство наиболее подверженное рискам. Крепление горных выработок является одним из основных процессов при проведении и поддержании горных выработок и других подземных сооружений. Современное состояние крепления горных выработок при их проведении на горнорудных предприятиях можно охарактеризовать как пошаговый процесс, заключающийся в совокупности работ по возведению горной крепи (а также, при необходимости их поддержания, ремонта, восстановления и др.) при производстве добычных работ подземным способом. Определение рационального вида крепления, разработка мероприятий по предотвращению горных ударов, вывалов, обрушений, отслоений являются одними из основных мер выстраивания системы управления природно-технологическими рисками на подземных рудниках при выполнении горных работ в процессе проведения, поддержания и крепления подготовительных и капитальных выработок.

Для обеспечения безопасности горных работ и эффективной разработки месторождений руд необходимо учитывать физико-механические и прочностные свойства, трещиноватость, природное поле напряженного состояния массива горных пород, что позволит определить распределение напряжений и выявить зоны с повышенным напряжением, которые могут представлять опасность для устойчивости выработок и безопасности работников. Анализ современного состояния эксплуатации выработок и производства горных работ на рудниках показывает недостатки существующих видов крепления и их недостаточную надежность.

Технологические риски – это опасность производственных аварий, пожаров, взрывов и т.д., из-за которых подвергается угрозе не только жизнь и здоровье людей, но и наносится ущерб окружающей среде. В данной работе в качестве источников технологических рисков рассматриваются происходящие в результате геомеханических процессов такие нарушения устойчивости боковых пород выработок, как вывалы, обрушения и отслоения кусков пород кровли и бортов выработки, образование заколов горной массы и консолей из-за некачественного проведения БВР и др.

Идея работы заключается в установлении закономерностей изменения

действующих напряжений вокруг горных выработок с целью снижения вероятности возникновения технологических рисков в результате нарушения структурных и прочностных свойств массива и ухудшения устойчивости горных выработок - за счет методов, основанных на использовании комбинированных схем сталеполимерного анкерного крепления и торкретбетона с высокоэффективными усиливающими химическими добавками.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности и безопасности работ при проведении и поддержании горных выработок за счет снижения уровня технологических рисков, основанных на применении комбинированных схем крепления (сталеполимерного анкерного и торкретбетонного) с химическими добавками мокрым способом с использованием высокоэффективных ускорителей схватывания и гиперпластификаторов.

Основными задачами исследований при решении поставленной цели являются:

- выявление факторов, влияющих на выбор параметров крепи и охраны горных выработок, изучение возможности и целесообразности применения химических добавок для торкретирования мокрым способом в условиях подземных рудников;

- численный анализ напряженного состояния массива горных пород методом конечных элементов в программном обеспечении RS2 (Rocscience), для установления: зон разгрузки и концентрации напряжения, дезинтегрированных областей породного массива; коэффициента запаса прочности пород; величины главных напряжений действующих в массиве; зон упругих и неупругих деформаций; оптимальных параметров крепи в зависимости от глубины разработки и рейтинга устойчивости горных пород;

- сравнительный анализ результатов численного моделирования, выполненные методом конечных элементов по критерию разрушения Хука-Брауна с построением динамики изменения зон обрушения в зависимости от рейтинга качества устойчивости породы *GSI* и глубины разработки;

- обоснование оптимальных параметров крепления горных выработок в зависимости от рейтинга устойчивости горных пород.

- проведение тестовых и опытно-промышленных испытаний, предлагаемых научно-прикладных технологических решений.

Объект исследования - массив горных пород вокруг подземных горных выработок при отработке рудных залежей.

Методы исследований. Оценка научно-практического опыта в области исследования и разработки систем управления технологическими рисками при производстве горных работ на рудниках. Проведение испытаний в условиях месторождения для оценки эффективности предложенных технологических мероприятий по креплению горных выработок.

Научная новизна диссертационной работы:

- эмпирические зависимости значений напряжения, при котором массив горных пород начинает разрушаться, по относительно нарастающей выпуклой

логарифмической функции;

- закономерности изменения коэффициента запаса устойчивости горных пород в зависимости от рейтинга устойчивости GSI при применении комбинированного крепления (анкер+сетка+ТБК);

–при комбинированном креплении горных выработок с сочетанием анкеров и торкретбетона толщиной не менее 0,05 м устойчивость законтурного массива достигается с обеспечением коэффициента запаса устойчивости не менее 1,2, тогда как при креплении горных выработок с применением сталеполимерных анкеров запас прочности горных пород ниже этого значения;

– обоснование вероятностным анализом обрушения горных пород на пересечении двух и более трещин с применением программного обеспечения UnWedge с учетом коэффициента запаса прочности пород оптимальных параметров комбинированного анкерного и торкретбетонного крепления.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1. Динамика изменения зон обрушения вокруг горных выработок в зависимости от рейтинга GSI и глубины разработки характеризуется ростом максимальных напряжений при увеличении глубины разработки и составляет 35-40% на каждые 100 м с обеспечением устойчивости контуров горных выработок.

2. Минимизация рисков обрушения горных пород зависит от действующих напряжений в массиве вокруг горных выработок, изменяющихся по пологонарастающей логарифмической функциональной зависимости и приводящих к разрушениям контура выработки с ростом глубины ведения горных работ в диапазоне 300-500 м в количественном выражении на 12-14%.

3. Характер изменения коэффициента запаса устойчивости горных пород в зависимости от рейтинга устойчивости GSI показывает, что зона разрушительных (неупругих) деформаций во вмещающих породах над выработкой располагаются на расстоянии до 1,0 м и при применении комбинированного крепления (анкер+сетка+ТБК) с установкой металлических закрепляющих стержней длиной 2,4 м будет устойчивой.

Практическая значимость работы заключается в разработке:

- технологии мокрого метода торкретирования с использованием бесщелочного ускорителя схватывания MasterRoc SA 167 и гиперпластификатора MasterGlenium UG 3553;

- набрызг-бетонной смеси с применением химических добавок производства Normet;

- горной тепловой карты управления уровнем технологических рисков.

Результаты исследований могут быть использованы для подземных рудников РК и горнорудных предприятиях Средней Азии и России, разрабатывающих пологозалегающие рудные залежи, при выборе и обосновании типов и параметров сталеполимерных анкерных и торкретбетонных крепей в целях снижения технологических рисков, связанных с обрушениями и вывалами горной массы при их установке.

Конечными результатами реализованных в представленной диссертационной работе научных и экспериментальных исследований, численного моделирования, испытаний разработанных технологических решений являются: разработка прогрессивных технологических схем усиления и материалов для повышения прочности горного массива с учётом обеспечения его устойчивости и безопасности вблизи контуров выработок, а также внедрение этих решений на подземных горнорудных предприятиях.

Личный вклад автора. Сформулированы задачи исследований, в соответствии с которыми выполнены научно-экспериментальные работы и проведены опытно-промышленные, тестовые испытания по результатам аналитических исследований, сформулированы основные научные положения и рекомендации. Произведен анализ устойчивости массива горных пород методами численного моделирования для прогнозной оценки напряжений и выявления физических закономерностей от влияющих факторов. Разработана и применена горная карта управления уровнем технологического риска.

Публикации и апробация диссертации. Результаты научных изысканий представлены в шести научных публикациях, из которых одна статья опубликована в рецензируемых периодических изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus, а пять статей — в журналах, включённых в Перечень рекомендованных изданий КОКСОНВО, четырех тезисах научной конференции, актах внедрения в учебный и производственный процессы.

Пройдена научная стажировка по направлению исследований проявлений горного давления с использованием оборудования и стендов исследовательских лабораторий Ташкентского государственного технического университета им. И. Каримова (г. Ташкент, Узбекистан); на горнорудных предприятиях «Жиланды», «Жомарт» для апробации технологических разработок.

Структура работы: диссертационное исследование состоит из введения, четырёх разделов, 61 иллюстративных материалов, 30 таблиц, перечня использованных источников, включающего 54 наименований, а также пяти приложений. Объём работы составляет 95 страниц.

Благодарности. Докторант благодарен научным консультантам за рекомендации при проведении исследований и экспериментальных работ, подготовке разделов диссертации, а также профессорско-преподавательскому составу кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» и инженерно-техническому персоналу горнорудных предприятий «Жиланды» и «Жомарт», за содействие при производстве экспериментальных работ в промышленных условиях и проведении научных исследований.