

ЖАНАКОВА РАИСА КУЛЬМАХАНОВНА

**«Исследование конструкций комбинированной крепи
и пути их совершенствования»**

6D070700 – Горное дело

АННОТАЦИЯ

к диссертационной работе на соискание ученой степени
доктора философии PhD

Научные консультанты:

Доктор технических наук,
профессор Бегалинов А.
Доктор технических наук,
профессор Панкратенко А.Н.
НИТУ МИСиС, г.Москва, Россия.

Актуальность проблемы исследования. В настоящее время в нашей стране интенсивно растет строительство шахтных и подземных сооружений. В горнодобывающей промышленности и транспортных системах роль горизонтальных и наклонных горных выработок очень велика. Они на своем протяжении пересекают массив горных пород с различными характеристиками по устойчивости. В настоящее время на горных выработках применяют только один вид крепи для закрепления сложных подготовительных выработок (штрек, квершлаг, штольня), без учета частых изменений горно-геологических условий в массиве, пересекающем ее по протяженности. В целом для крепления выработки составляют 30-40% от средств, затрачиваемых на проходку выработки, поэтому предоставленная новая, недорогая, инновационная конструкция крепи является актуальной. Особенно необходимо проведение научных работ для создания рациональной инновационной технологии прохождения подземных выработок в массиве со сложными горно-геологическими условиями.

Из-за различной устойчивости и напряженно-деформационных характеристик горных пород в проходящем массиве выработки, несущая способность некоторых участков крепи является благоприятным, то есть такие участки выработки могут быть закреплены легкими, дешевыми и технологически доступными крепями.

Поэтому определение границ участков, образованных неустойчивыми породами с высокой трещиноватостью, с измененными устойчивостями массива с учетом влияния зоны тектонических разломов, также является очень актуальным вопросом.

Такой новый подход позволит закрепить выработки, разделить выработки на отдельные участки по трассе выработки, подходящие для конкретных геомеханических условий, с креплениями различных конструкций. В результате можно добиться улучшения технико-экономических показателей проходки выработок и роста производительности труда. Представленный аргументированный данный метод и способы крепления могут широко применяться в горнодобывающей отрасли.

Объект исследования: Горизонтальные подготовительные выработки на участках со сложными горно-геологическими условиями, тектоническими разломами, проходящими в массиве горных пород с различными физико-механическими свойствами.

Цель работы: Представить рациональную систему крепления и конструкции комбинированных крепей на основе детального исследования-анализа особенностей каждой из отдельных участков массива горных пород и напряженно-деформационных состояний, возникающих в горных выработках, в качестве постоянных креплений при проходке транспортного штрека на горизонте +230м (260) Бескемпирского месторождения. Изучение их конструктивных и несущих характеристик, анализ и обоснование технико-экономических показателей отдельных элементов крепей.

Предмет исследования: На основе определения методом моделирования зон и величин распространения напряженно-деформированного состояния массива, на отдельных участках выработки, особенно в местах с тектоническими разломами, с разбивкой на отдельные участки, подобранные для конкретной величины и направления горного давления, а также геомеханические процессы, протекающие в массиве рассчитаны параметры и конструкции крепей для транспортного штрека. В результате исследования можно снизить стоимость и трудоемкость подземных работ, регулировать сопротивление и управлять несущими характеристиками крепления.

Актуальность проблемы исследования: В настоящее время для крепления сложных подготовительных выработок (штрек, квершлаг) используется только один вид крепления без учета частой смены горно-геологических условий массива по его длине протяженности.

Для объекта исследования в качестве основного постоянного крепления на Бескемпирском и Акбакайском рудниках, применяют монолитную бетонную крепь. При этом зачастую создаются необоснованные запасы прочности крепи на участках с благоприятными горно-геологическими условиями. Все это приводит к ухудшению показателей проходческих работ, повышению трудоемкости подземных работ и сметной стоимости проходки подземных выработок.

Существующие и применяемые в сложных горно-геологических условиях рудника Бескемпир, когда проектируемые штреки пересекают зоны геологических разломов, традиционные виды и способы крепления и поддержания горно-подготовительных выработок становятся дорогостоящими и трудоемкими.

Для этого необходимо смоделировать напряженно-деформированное состояние массива рудника Бескемпир (+230 м) и определить устойчивость горных пород несколькими альтернативными методами. По результатам исследования очень важно определить границы участков вдоль трассы штрека, состоящих из неустойчивых участков с высокими трещинами, устойчивость напряженные свойства которых изменились из-за влияние тектонических нарушений.

Этот инновационный подход позволяет закреплять участки выработок, разделяя их по продольным сечениям, с фиксацией различными конструкциями, подходящих для конкретных тектонических условий. В результате можно улучшить технико-экономические показатели подземных горных работ и повысить производительность труда. Способы крепления, предлагаемые результатами исследований диссертационной работы, могут быть использованы и на других рудниках.

Для решения задач, намеченных в диссертации, проводятся следующие исследования:

-Определена цифровая оценка напряженно-деформированного состояния и физико-механических свойств горных пород, на основе анализа фактических геологических данных составлены стратиграфические колонки

исследуемого массива и установлены литологические особенности месторождения;

- Определена область распространения влияния тектонических разломов в установленном зон ослабления, с помощью метода численного моделирования;

- На основе моделирования конкретных величин напряженно-деформационных нагрузок, возникающих в районе выработки в системе «Горные породы-массив-выработка», определена с разбивкой по участкам в соответствии с зонами распространения;

- В системе «Горные породы-массив-выработка» определены фактические значения напряженно-деформированных нагрузок на каждом участке возникающих в непосредственной близости по зонам распространения от выработки путем моделирования;

- Изучена устойчивость горных пород в состоянии покоя тремя альтернативными способами в соответствии с конкретными горно-геологическими условиями выработки:

- официальный традиционный метод (СНиП II-94-80)
- по рейтингу (RMR) З.Бенявского и по составлению диаграммы Э.Хука (Э. Ноук);
- Эмпирический метод Н. Бартона (Q-рейтинг)

- Определены типы рациональных креплений и их конструкции, подходящие для закрепления каждого участка штрека, их параметры, в соответствии с устойчивости горных пород;

- Определены технико-экономические параметры конструкции крепи путем сравнения, анализа, предлагаемой конкретную конструкцию крепи (КРС) для горизонтальной выработки, традиционные и рамные крепи (монолитный бетон или каркас) которые могли бы установлены в данных горно-геологических условиях.

Научная новизна работы:

1. С помощью метода численного моделирования определить зоны распространения влияния тектонических разломов в массиве, через который проходит транспортный штрек, изучив стратегию и литологические особенности месторождения.

2. На основе моделирования определяется взаимодействие и размеры выработки с учетом состояния горного массива взаимодействие компонентов системы в системе «Массив-технология-выработка».

3. Определение устойчивости горных пород в районе выработки тремя независимыми современными методами (СНиП-II-94-80), RMR и Q-рейтинг) и их анализ определения класса устойчивости горных пород с четкими разделениями границ участков крепления штрека.

4. На основе материалов исследования предлагается новая инновационная, безопасная и экономичная система крепежных технологий для обеспечения устойчивости горных выработок.

5. По результатам экспериментов предложены рекомендации по предотвращению обрушения пород и устранения необоснованных запасов прочности крепи на участках с повышенной устойчивостью, а в зонах со сложными горно-геологическими условиями исключать разрушение и усилить крепей в результате обеспечения несущей способности базовой (первичной) крепи с использованием дополнительных элементов.

В диссертации защищены новые научные принципы и результаты:

- Выбор оптимальной конструкции крепи на участках подземных выработок был сделан в результате детального исследования и моделирования с учетом стратиграфии, литологических особенностей месторождения, напряженно-деформационных состояний пород массива с учетом пересекающих тектонических разломов.

- Устойчивость горных пород в районе горизонтальной выработки рассчитывается тремя независимыми методами. В результате анализа предложена система комбинированных конструкций крепи с регулируемыми нагрузками для крепления горизонтальной выработки.

- По устойчивости породы трасса штрека была разбита на участки, определены конструкции, технологии и параметры крепления.

- В результате предложена оптимальная система крепления при необходимости добавления базового (основного) крепления дополнительные конструкции повышают несущие способности крепей.

- Установлено, что использование конструкции крепи регулируемого сопротивления по сравнению с использованием традиционных креплений из монолитного бетона или каркаса позволяет в 1,5–1,6 раза ускорить скорость проходки выработки и в 3,0–3,2 раза минимизировать затраты на крепления штрека.

Обоснованность и достоверность научных принципов, выводов и рекомендаций:

- С обширными данными, полученными в ходе анализа и анализа фактических геологических данных и пробных материалов и выполнения лабораторных экспериментов в достаточном объеме;

- Удовлетворительное соответствие показателей и аналитических значений, полученных с использованием предельных элементных методических и др. программ численного моделирования Examine-2D на ЭВМ (разница не превышает 15-20%);

- Фактическое состояние строения и литологии горного массива в районе пересечения горизонтального транспортного штрека подтверждено точными геологическими данными.

- Показатели, полученные в ходе исследования с использованием конечных элементов современного численного моделирования программы Examine-2D и другими программами, соответствуют традиционным аналитическим решениям.

- Десятки образцов керна, взятых из скважин на каждом геологическом разрезе, были испытаны в специальной лаборатории, результаты испытаний

характеризуются достоверностью более 0,9 и пределом погрешности не более 10%.

Личный вклад автора в получение результатов диссертации:

- При изучении структурных изменений и основных физико-механических свойств горных пород в руднике Бескемпир, детальное изучение горного массива в сложных горных геологических условиях, определение границ участков, подверженных тектоническим изменениям;

- Сравнительное определение напряженно-деформированного состояния в районе выработки, пересекающей такие линии, тремя методами (СНиП, В. Бенявский и Хук, Бартон) с использованием специальных современных компьютерных программ для определения конкретных категорий устойчивости горных пород в каждом разрезе;

- На основании полученных данных определено, что штрек может быть закреплен крепежными конструкциями, имеющими разную несущую способность и конструкцию, выдерживающие геомеханические процессы в массиве;

- Предложен новый способ крепления горизонтальных выработок, в котором обоснованы способы крепления (набрызгбетон) на участках с высокой устойчивостью выработки, а также на неустойчивых участках с высокими несущими крепежными элементами, т.е. система крепления с контролируемой нагрузкой

- Определены технико-экономические показатели предлагаемой системы крепления и сравнение ее с другими альтернативами.

Научная ценность работы:

В результате специального исследования напряженно-деформированного состояния сложно горно-геологических слоев массива горных пород, в которых проходит трасса штофа, была определена устойчивость окружающих горных пород с использованием нескольких новых методов и как следствие, учитывающих влияние тектонических нарушений.

В результате специальных исследования напряженно-деформационных состояний в массиве пород, пересекаемых трассой выработки, с учетом влияния тектонических разломов установлено, что устойчивость горных пород в окрестностях выработки определена с применением нескольких новых методов и, как следствие, обоснованно представлена система комбинированных крепей с различными конструкциями, управляемых и регулируемых величинами несущей способности выработки.

Практическая ценность работы:

Обосновано, что в зонах со сложными горно-геологическими условиями, такими как Бескемпирское месторождение, с применением системы комбинированной крепи с регулированием сопротивлению управляемо-регулируемыми величинами несущей способности, приведенными в соответствие с свойствами устойчивости массива горных пород, возможно крепление выработок эффективными креплениями, позволяющими снизить

затраты материалов и труда на крепление, значительно увеличивается производительность и обеспечение безопасных горные работы.

Информация о патентных исследованиях и их результатах:

Проведен анализ патентных работ по вопросам геомеханики и геотехнологии опыта подземной разработки месторождений со сложными горно-геологическими условиями. Публикации по данной теме были рассмотрены за рубежом и в странах СНГ. В результате таких исследований потребовалось провести специальные исследовательские работы по обеспечению месторождения Бескемпир системой комбинированных креплений различной конструкции, с контролируемыми несущими свойствами, при проходке подготовительных горизонтальных выработок в массиве со сложными геологическими условиями и тектоническими разломами.

Информация по метрологическому обеспечению научно-исследовательских работ. В ходе научно-исследовательской работы по теме диссертации были использованы ГОСТ 7.32-2001 «Межгосударственный стандарт учета научно-исследовательских работ», ГОСТ 2.105-95 «Межгосударственный стандарт Единой системы проектной документации», «Система менеджмента качества», Государственные стандарты Республики Казахстан, Действующие правила и требования в Республике Казахстан, а также использовались методические указания по метрологическому обеспечению.

Апробация работы. Основные научные положения и результаты диссертации были представлены на следующих международных научно-практических конференциях:

1) «Автомобильная и транспортная техника: проблемы и перспективы развития», Международная научно-практическая конференция, КАЗАДИ им. Л.Б. Гончарова. - Алматы. 2019, – Б. 56-61;

2) Международная научно-практическая конференция «Сатпаевские чтения 2020». - Satbayev University. Алматы. 2020, –Б. 380-383;

Публикация результатов. Основные научные результаты и рекомендации диссертации опубликованы в 24 публикациях, 1 статья в журнале 60% процентиль входящих в базу данных Scopus (Q2/0.24), и 1 статья в квартальном журнале Q3/0.13 входящем в базу данных Scopus, в том числе 9 научных публикаций, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования Республики Казахстан, 13 статьей в работе Международной научно-практической конференции.

1. R. Zhanakova, A. Pankratenko, T. Almenov, B. Bektur. Rational selection of the form of support for the formation of genetic composition of rocks in the conditions of the Beskempir field. // NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Volume 1, Number 439. 2020, ISSN 2224-5278 Pages:106-113. Q3/0.21.

2. Begalinov, T. Almenov, R. Zhanakova B. Bektur Analysis of the stress deformed state of rocks around the haulage roadway of the Beskempir field (Kazakhstan). // Mining of Mineral Deposits. Volume 14 (2020), Issue 3, 2020, UDC 622.281, 622.012.2 Pages: 28-36. (процентилі 60%, Q2/0.24).
3. Алменов Т.М., Бектұр Б.К., Жанакова Р.К., Сағынаев А.Т., Матаев А. Алматы метрополитеннің жерасты өтпелі тоннельдерін салуда қолданылатын тығын ерітінділерінің жаңа құрамын жасау. // Вестник КазНУ, №2 (120), Алматы, 2017. ISSN 1680 - 9211. стр.153-158
4. Жанакова Р.К., Елжанов Е.А. Влияние инженерно-геологических условий на строительство горных выработок на примере «Бескемпирского» месторождения. // Вестник научный журнал КазГАСА, №4(70), Алматы, 2018, ISSN1680-080X, стр.145-150
5. Жанакова Р.К. Метро құрылысындағы тығындау қоспаларының тиімділігін анықтау. // Вестник КазГАСА, №4(70), Алматы, 2018, ISSN1680-080X, стр.137-144
6. Сағыбекова А.О., Абиев Б.А., Жанакова Р.К. Определение прочности грунтов оснований. // Промышленность Казахстана №3 2019, ISSN1814-5787, стр.163-166
7. Тулендиев Т.Т., Сағыбекова А.О., Абиев Б.Н., Жанакова Р.К. Экспериментальные исследования крупнообломочных грунтов. // Промышленность Казахстана №3 2019, ISSN1814-5787, стр.60-64
8. Сағыбекова А.О., Абиев Б.Н., Рустемов И.А., Жанакова Р.К., Белов А.Г. Применение экспериментальных результатов испытаний грунтов в расчетах некоторых строительных конструкций. // Вестник науки и образования. 2019, № 20 (74). Часть 1 Москва, ISSN2312-8089, стр. 31-34
9. Сағыбекова А.О., Жанакова Р.К., Наурузбаев К.А. Сравнение влияния песчаного и глинистого заполнителей на прочностные характеристики крупнообломочных грунтов. // «ПОИС» Международный научный журнал-приложение Респблики Казхстан 2019, ISSN1560-1722, стр 148-152
10. Жанакова Р.К., Сағыбекова А.О. Освоение подземного пространства в мегаполисах. // «Вестник» КазГАСА, №3, Алматы, 2019, ISSN1680-080X, стр.199-204
11. Сағыбекова А.О. Наурузбаев К.А. Кабылгасы А., Жанакова Р.К., Абиев Б.А. Практическое использование полученных результатов испытания крупнообломочных грунтов в строительстве. // «Вестник» Казахского гуманитарного-юридического инновационного университета. № 3 (43), 2019, ISSN 2519-2338, стр 130-134
12. Жанакова Р.К. Освоение подземного пространства и экологические проблемы г. Алматы // Social and economic development and quality of life: history and modern times. Materials of the VIII International scientific conference. March 15th-16th Prague, 2018. ISBN 978-80-7526-283-7, P.19-22
13. Жанакова Р.К. Application of intensive technology of strengthening of rocks // Science Innovators. International Conference on European Science and

- Technology. Materials of the XX International research and practice conference. March 21th-22th Munich, Germany, 2018, ISBN 978-3-946227-19-9, P.82-86
14. Жанакова Р.К., Елжанов Е.А. Бескемпір кеншоғырының тау-кен сілемінде опырылысқа бейім жарықшақты аймақта жерасты қазбаларын бекіту түрін негіздеу//Сборник материалов Совместной Международной научно-практической конференции, посвященной году Узбекистана в Казахстане. «Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкции, инновации, модернизация и энергоэффективность в строительстве». Алматы. UDC 622.261, 2018.срт.217-220
 15. Духовная Г.М., Сарыбаев Т.Т., Жанакова Р.К. Анализ горно-геологических условий строительства второй очереди «10-летия Независимости Казахстана» //Сборник трудов LV Международной научно-практической конференции «Инновации в науке». Новосибирск, 2016. UDC 622.261 стр.135-141
 16. Бегалинов А., Бектур Б.К., Жанакова Р.К. О подготовке бакалавра горного дела (на примере специальности 5В070700-«Горное дело» и ее специализации) «Шахтное и подземное строительство» и «Взрывное дело» //Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Научное и кадровые сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса», ISBN 978-601-323-036-8, 2017, стр.44-50
 17. Алменов Т.М., Нурханов Н.Ш., Бектур Б.К., Жанакова Р.К., Идирисов Р.Е., Жанайдар А.Ж. Метрополитен тоннелдерін салуда қолданылатын тығын қоспаларының тиімді құрамдарын таңдау жолдары//Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Научное и кадровые сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса», ISBN 978-601-323-036-8, 2017, стр.22-26
 18. Жанакова Р.К., Духовная Г.М. Анализ горно-геологических условия месторождения «Бескемпир» //Сборник Сатпаевских чтений. «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии». Алматы. 12 апреля 2018. ISBN 978-601-323209-6, стр.895-899
 19. Жанакова Р.К., Атаева Г.К. Тау-кен саласын жетілдіру барысындағы ақпараттық технологияның рөлі//Қазақ-Америка университетінің ғылыми еңбектері. Transactions of Kazakh-American University № III (41) Almaty 2018 стр.78-82
 20. Жанакова Р.К. Күрделі геологиялық жағдайдағы бекітпе құрылымын таңдаудың тиімділігі.//Сборник научных трудов восьмой международной научно-практической конференции «Автомобильные дорожно и транспортная техника: Проблемы и перспективы развития», посвященная 80 летию Р.А. Кабашева и 20-летию КазАДИ. Алматы, ISBN 978-601-7166-27-4, 2019 стр.56-61

21. Жанакова Р.К., Алменов А.Т. Жанабаева, К.М. Ахметжанова. Обоснование выбора типа рациональной крепи при строительстве горных выработок в сложных горно-геологических условиях. //Международная научно-практическая конференция «Сатпаевские чтения-2020». Satbayev University. Алматы, 2020. ISBN 978-601-323209-6, стр.380-383.
22. Жанабаева А.Т., Ахметжанова К.М., Жанакова Р.К. Воздействие сложно горно-геологических условия для рационального выбора конструкции крепи. //Международная научно-практическая конференция «Сатпаевские чтения-2020». Satbayev University. Алматы, ISBN 978-601-323209-6, 2020, стр.36-38
23. Zhanakova R.K, Kaliakpar A.K. Rational choice of the type of support for the formation genetic structure in complex mining and geologic conditions. // Дорога, которую мы выбирали сборник материалов XIX межвузовской научно-практической конференции магистрантов и студентов, проводимой в рамках реализации Новой Экономической Политики Казахстана «Нұрлы Жол- путь в будущее» Казахская автомобильно-дорожная академия им.Л.Б. Гончарова. Алматы, ISBN 978-601-08-1108-9, 2021, стр.14-16
24. Жанакова Р.К., Лесбай А. Особенности выбора типа крепи при строительстве горных выработок в сложных горно-геологических условиях. // Дорога, которую мы выбирали сборник материалов XIX межвузовской научно-практической конференции магистрантов и студентов, проводимой в рамках реализации Новой Экономической Политики Казахстана «Нұрлы Жол- путь в будущее» Казахская автомобильно-дорожная академия им.Л.Б. Гончарова. Алматы, ISBN 978-601-08-1108-9, 2021, стр.22-25.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников из 50 наименований и 3 приложений. Работа изложена на 120 страницах и содержит 45 рисунка и 24 таблиц.