

АННОТАЦИЯ

**Диссертации на соискание ученой степени доктора философии PhD
по специальности: 6D070700 «Горное дело»**

КАЙНАЗАРОВА АЙНАШ САБИТОВНА

**Разработка технологии, систем и средств активного крепления
горных выработок с учетом напряженно-деформированного состояния
массива приконтурных пород**

Актуальность исследования. Стабильный рост объема подземной добычи угля возможен только при применении эффективной и безопасной технологии проведения и поддержания эксплуатационных выработок.

В настоящее время более 65 % всех горных выработок в Карагандинском угольном бассейне крепится анкерной крепью, что позволяет расширить технологические возможности подземной угледобычи.

Анкерная система крепления угле-породного массива ограничивает деформации и позволяет горизонтальному напряжению удерживать кровлю на месте без его разрушения. Если высота расслоившейся породы ниже уровня закрепления анкеров, состояние выработки будет удовлетворительным, обеспечивая напряжение породы неизменным. Если же высота расслоившейся породы в кровле выше первого уровня анкерного крепления выработки, увеличение напряжения перед забоем, вызовет обрушение кровли. Для поддержания выработки потребуется установка более длинных анкеров второго уровня. При применяемых на практике бесцеликковых системах разработки при прямоточных схемах проветривания целесообразным является применение повторного использования выработок.

Совершенствование технологии анкерного крепления, расширение области применения анкерной крепи является в горнодобывающей промышленности приоритетным направлением, позволяющим повысить устойчивость выработок при высоких темпах проведения и снижении затрат на их крепление.

Повторное использование выработок обеспечивает сокращение объема их проведения почти в два раза, которые до настоящего времени обычно крепятся металлоарочной податливой и органно-поддерживающими крепями, что связано с большими затратами на их возведение и не гарантирующими удовлетворительное их поддержание. При этом, существуют проблемы с упрочнением приконтурного массива с анкерованием и инъецированием смол под давлением в ослабленные трещинами вмещающие породы со стабилизацией контура выработки.

Для повышения эффективности прочного крепления горного массива вокруг выработки для его упрочнения необходимо целенаправленное геотехнологическое воздействие на напряженные и деформированные зоны с активными проявлениями давления вокруг горных выработок на основе

результатов моделирования системы «массив вмещающих пород – контурная крепь».

Поэтому одним из важных научно-прикладных исследований в угольной отрасли горнодобывающей промышленности является применение технологии упрочнения с использованием анкерного крепления и стабилизирующих синтетических смол в слабых вмещающих породах вокруг горных искусственных полостей, поддерживаемых позади лавы на границе с выработанным пространством с учетом техногенного состояния прилегающих пород горного массива.

Объектами исследований являются подземные горные выработки угольных шахт, поддерживаемые позади фронта очистных работ на границе с обрушенными породами выработанного пространства.

Цель работы – разработка технологии, систем и средств активного крепления горных выработок позади лавы на границе с выработанным пространством с учетом напряженно-деформированного состояния приконтурных пород, с обоснованием их оптимальных параметров в зависимости от горнотехнических условий эксплуатации.

Идея работы состоит в том, что на основе оценки напряженно-деформированного состояния приконтурного массива горных пород разработана технология консолидирующей, интегрированной в массив системы крепления на базе двухуровневого анкерного и инъекционного упрочнения трещиноватого контура вокруг выработки, поддерживаемой позади очистного забоя.

Методология проведения работ:

- выполнение мониторинга состояния горных выработок угольных шахт Шерубай-Нуринаского угленосного участка Карагандинского угольного бассейна;
- проведение математического моделирования техногенного состояния околоконтурных пород;
- опытно-промышленная апробация разработанных технологических решений в шахтных условиях.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи исследований:**

- провести анализ современного состояния применяемых технологических схем проведения и поддержания горных выработок;
- оценить применение технологии анкерования приконтурного массива и смолоинъекции для закрепления и стабилизации неустойчивых вмещающих пород;
- выявить закономерности формирования зон неупругих деформаций в окрестности контуров выработок на основе математического моделирования в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации в системе «вмещающие породы – контур подготовительной выработки»;
- разработать прогрессивные технологические схемы крепления анкерами и стабилизации массива смолами при проведении и поддержании горных выработок с созданием эффективной и безопасной технологии закрепления

ослабленных пород, с низкими прочностными параметрами;

- выполнить апробацию сформированных технологий по стабилизации вмещающих пород вокруг выработок в опытно-промышленных условиях для угольных шахт;

- закрепить право интеллектуальной собственности;

- провести технико-экономическое обоснование предлагаемых технических решений с определением области применения технологических и технических разработок.

Научная новизна:

- установлена взаимосвязь между анкерами второго уровня, закрепленными в прочные породы кровли для возрастания прочности приконтурных кровельных пород над выработкой, поддерживаемой в зоне повышенного опорного давления позади очистного забоя, со снижением нагрузки на анкерную крепь первого уровня;

- обоснованы закономерности формирования зон неупругих деформаций в окрестности повторно используемых выработок позади лавы в зависимости от физико-механических характеристик пород и положения относительно фронта подвигания очистных работ;

- определено напряженно-деформированное состояние в приконтурном массиве при креплении повторно используемых подготовительных выработок с двухуровневой анкерной крепью.

Практическая значимость работы заключается в обосновании параметров способа управления напряженно-деформированным состоянием околосконтурного массива пород с применением двухуровневой анкерной и обрезной крепей, обеспечивающих снижение конвергенции контуров подготовительных выработок угольных шахт при поддержании их позади очистного забоя.

Сопоставление полученных аналитических данные с результатами шахтных наблюдений, позволило установить:

- сечение подготовительной выработки за лавой уменьшается и составляет – 9,8 - 10 м², или 60 – 64 % от первоначального (15,5 м²);

- деформации пород кровли ограничены– 0,3 - 0,4 м, что свидетельствует о формировании мостообразной заанкерванной крепежно-породной балки из алевролито-аргиллитовых наслоений непосредственной кровли;

- при конвергенции боковых пород зона опорного давления впереди лавы распространяется на 100 - 120 м, позади очистного забоя на 70 - 120 м, что предопределяет необходимость превентивного усиления крепи подготовительной выработки в этих зонах.

Участие в НИР, грантовом финансировании в качестве исполнителя:

- НИР по теме: № АР05135535 «Разработка контурной технологии крепления выработок с управлением техногенным состоянием углепородного горного массива вмещающих пород», грантовое финансирование научных исследований МОН РК на 2018 - 2020 гг.;

- НИР по теме: «№ АР05135203 «Разработка интеллектуальных

информационных систем для расчета технологических параметров процессов горного производства», грантовое финансирование научных исследований МОН РК на 2018 - 2020 гг.;

– НИР и ОКР по теме: «Разработка и внедрение технологии, систем и средств активного крепления горных выработок с учетом напряженно-деформированного состояния массива приконтурных пород», программно-целевое финансирование научных исследований на 2018 - 2020 гг., хоз. договор с КазННТУ им. К. Сатпаева.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

– увеличение заполнения скважин в интервале крепления выработок усиливающей двухуровневой анкерной крепью в диапазоне от 40 до 100 % ведет к повышению несущей способности деформированных пород, закрепленной анкерными стержнями на 50 - 85 % с обеспечением снижения смещений кровли соответственно не более 200 - 100 мм;

– геомеханическая модель закрепления неустойчивых пород кровли приконтурного горного массива с созданием зон упрочненных пород с образованием укрепляющего моста из связывающих мостообразующих стержней первого уровня и анкеров глубокого заложения для прикрепления свода неустойчивых пород к прочным;

- рост величины зоны расслоения во вмещающих породах подчиняется логарифмической зависимости при увеличении уровня действующего горного давления, причем большей при одноуровневом, чем при двухуровневом креплении выработки.

Научное значение работы заключается в:

- установлении параметров деформационных процессов, влияющих на устойчивость выработок, закрепленных анкерной крепью.

– определении закономерностей развития размеров зон деформаций и напряжений вокруг выработки в зависимости от геолого-технологических параметров в зоне опорного горного давления и при одно- и двухуровневом креплении.

Практическое значение работы состоит в том, что по результатам экспериментальных исследований, аналитического моделирования и внедренческих работ:

- сформированы прогрессивные инновационные решения (на уровне патентов РК) по конструктивным, технологическим и технико-экономическим характеристикам крепления выработок для повышения темпов их проведения и устойчивости;

- разработаны средства активного крепления горных выработок и прогрессивные технологические решения по их компоновке;

- создана эффективная многоуровневая технология анкерного крепления подготовительных выработок для различных горно-технологических условий эксплуатации с комбинированной схемой двухуровневого крепления для сложных горнотехнических условий разработки с полным заполнением скважины закрепляющим составом;

- достигнуты результаты, позволяющие снизить дефектность поддержания выработки, поддерживаемой позади лавы.

Практическая ценность работы состоит:

- в разработке прогрессивных технологических решений по реализации технологии анкерного крепления выработок и смолянизации нарушенного горного массива для обеспечения эффективной и безопасной эксплуатации подготовительных выработок;

- определении технико-экономической эффективности технологических решений,

- произведено изготовлении опытно-промышленных партий систем и средств крепления с испытанием их в производственных условиях.

Реализация работы. Разработаны рекомендации по применению технологии анкерного крепления при проведении подготовительных выработок в зонах повышенного и опорного горного давления и использованию смол для стабилизации нарушенного горного массива на сопряжениях очистных забоев угольных шахт.

Технология крепления выработок анкерами глубокого заложения включена в проект развития шахты «Абайская», выполненный институтом ТОО «Карагандагипрошахт» и внедрена на шахте. По результатам реализации научно-прикладных работ по грантовому финансированию с КН МОН РК были получены: Акт внедрения технологических разработок на шахте «Абайская», Акт внедрения в учебный процесс КарГТУ по дисциплинам специальности «Горное дело» (бакалавриат, магистратура, докторантура) и Протокол о намерениях внедрения в производство шахты «Абайская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау».

Личный вклад диссертанта состоит в разработке технологии и средств разноуровневого крепления приконтурного горного массива на базе научно-прикладных исследований по установлению параметров и реализации технологии с анкерным креплением позади лавы на границе с выработанным пространством.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются: похожими результатами теоретических исследований и экспериментальных испытаний.

Структура работы: диссертация состоит из введения, 6-х разделов, заключения и содержит 150 страниц текста, 102 рисунка, 8 таблиц, список литературы из 79 наименований.

Реализация и апробация диссертации. Результаты исследований опубликованы и реализованы в 17 научных трудах: 3 статьях базе Scopus, 3 статьях базы КОКСОН, 3 тезисах научных конференций, 6 патентах РК, 2 СИС и акте внедрения в учебный процесс, намерениях реализации в производство, актах по внедрению результатов исследований.

Докторант благодарит научных консультантов за рекомендации и помощь в проведении экспериментов и выполнении этапов диссертации, а также профессорско-преподавательский состав кафедры РМПИ НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» и инженерно-технических работников УД АО «АрселорМиттал Темиртау» за содействие в выполнении экспериментальных и исследовательских работ.