

АННОТАЦИЯ

Диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070700 – «Горное дело»

Абеков Улан Ерланович

«Разработка прогрессивных технологических схем проведения и поддержания горных выработок с управлением устойчивостью вмещающего угленородного массива»

Актуальность работы. К числу основных факторов, определяющих надежность функционирования основных подсистем шахты (очистные забои, проветривание, транспорт, дегазация), относится устойчивость участковых подготовительных выработок.

С переходом горных работ на большие глубины разработки стал актуальным вопрос поддержания горных выработок, в том числе и с применением анкеров повышенной несущей способности. На угольных шахтах для усиления крепи большепролетных горных выработок используется стоечная, смешанная и рамная крепь. Для обеспечения устойчивого состояния большепролетных выработок и сопряжений на весь период эксплуатации целесообразным является применение двухуровневой анкерной крепи, где кроме анкеров I уровня, используются анкера глубокого заложения. Анкерная крепь, в отличие от крепи поддерживающего типа, сразу же после установки обеспечивает связывание и упрочнение массива пород в кровле и боках выработки и активно противодействует развитию смещений и деформаций пород. Это преимущество позволяет при значительно меньшей металлоемкости крепи обеспечить повышение устойчивости и надежности поддержания выработок.

Сравнение технико-экономических показателей при креплении выработок шириной 6–7 м показало, что использование двухуровневой анкерной крепи вместо рамной приводит к снижению: общих затрат на крепление сопряжения примерно в 1,5 раза; трудоемкости работ примерно в 1,2-1,3 раза. Опыт применения двухуровневого анкерного крепления большепролетных выработок и сопряжений позволил сделать следующие выводы о преимуществах данной крепи перед аналогами: низкие материальные затраты (на примере сопряжений выработок, затраты на крепление могут быть в 2,5 раза ниже в сравнении с рамной крепью); низкая металлоемкость, а следовательно низкая трудоемкость при доставке и установке; обеспечение связывания и упрочнения пород сразу после монтажа крепи, в результате чего уменьшаются расслоения вмещающих пород и нагрузка на крепь.

В этой связи, актуальной научно-практической задачей является геомеханическое обоснование параметров технологии крепления горных выработок, в т.ч. для широких камер различного технологического назначения и сопряжений, анкерами глубокого заложения и адаптация этой технологии в

условиях шахт Карагандинского угольного бассейна. Работа выполнялась по теме НИР: № АР05135535 «Разработка контурной технологии крепления выработок с управлением техногенным состоянием угле-породного горного массива вмещающих пород», грантовое финансирование научных исследований МОН РК на 2018 - 2020 гг.

Целью диссертации является разработка прогрессивных технологических схем проведения и поддержания горных выработок с управлением устойчивостью вмещающего углепородного массива на базе геомеханического обоснования параметров технологии крепления подготовительных выработок канатными, канатно-тросовыми и комбинированными анкерами в зонах сопряжений с лавами, пересечения выработок, широкие камеры для обеспечения эффективности и безопасности выполнения процессов.

Идея работы заключается в использовании научно обоснованных параметров средств и технологии крепления подготовительных выработок канатными, канатно-тросовыми и комбинированными анкерами для обеспечения устойчивости среды «анкерной системы глубокого заложения и закрепляющего моста - вмещающие породы» в местах пересечения выработок, сопряжений, монтажных камер и уширений площади поперечного сечения.

Задачи исследований:

- анализ современного отечественного и зарубежного опыта разработки и применения технологии анкерного крепления горных выработок; установление причин снижения устойчивости сопряжений подготовительных выработок длинными очистными забоями, монтажных и демонтажных камер;

- геомеханическое обоснование параметров технологии крепления приконтурного массива подготовительных выработок анкерами глубокого заложения в условиях разработки, отличающихся от типовых (сопряжения с лавами, пересечения выработок, широкие камеры и др.);

- изготовление и стендовые испытания прочностных и нагрузочных свойств канатных и тросовых анкеров глубокого заложения, концевиков сталеполимерных анкеров и проведение их опытно-промышленных шахтных исследований;

- аналитические исследования приконтурного массива горных выработок для прогнозирования высоты свода обрушения и глубины распространения расслоений в массиве пород кровли с учетом проявлений горного давления в зонах сопряжений с лавами, пересечения подготовительных выработок, широких камер шахт Карагандинского угольного бассейна;

- разработка и внедрение на шахтах Карагандинского угольного бассейна технологии крепления подготовительных выработок анкерами глубокого заложения на участках сопряжений с очистными забоями.

Методы исследований: проведение стендовых испытаний элементов анкерной крепи глубокого заложения, шахтные исследования

закономерностей численное моделирование степени деформирования пород кровли; производственные эксперименты.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

- аналитические исследования массива горных вокруг выработок, произведено прогнозирование сводообразования обрушенных пород кровли, на основе действующего напряженно-деформированного состояния массива пород, с выбором рациональной длины анкеров глубокого заложения;

- устойчивость сопряжений подготовительных выработок шахт определяется мощностью закрепляемого анкерами массива, зависящей от величины разрушенных пород вокруг контура выработки и взаимного соотношения прочности и мощности несущих слоев пород в кровле;

- при образовании сводов естественного равновесия увеличенного размера, обусловленных геомеханическими проявлениями горного давления, стабилизация контура неустойчивых пород в пределах свода достигается формированием поперечного моста из закрепленных пород, а за пределами свода установкой анкеров глубокого заложения для создания единой грузонесущей самостабилизирующейся конструкции.

Основные научные результаты, выводы и рекомендации заключаются в следующем:

1. Для расширения области применения анкерной крепи в условиях, отличающихся от типовых, рекомендуются для эксплуатации канатные, тросовые и комбинированные анкеры глубокого заложения в массив закрепляемых пород. Обоснование параметров (длиной 5 - 7 м и более) анкеров за пределы свода естественного равновесия произведено на базе комплексных стендовых, шахтных опытно-промышленных исследований и экспериментов по определению работоспособности, несущей способности.

2. По результатам стендовых испытаний установлено, что характеристика прочности канатного анкера АК 19/5 составляет 330 - 340 кН по разрывному усилию. При изготовлении комбинированного (металло-тросового) анкера глубокого заложения в качестве длинной гибкой части (2/3 длины анкера) использован арматурный канат. Результаты испытаний подтверждены паспортными характеристиками канатов и надежностью соединения муфт с канатом посредством клиновой цанговой втулки.

3. Произведено геомеханическое обоснование параметров конструкции и технологии крепления анкеров глубокого заложения при упрочнении кровли выработок на сопряжении с лавой и разработана технологическая схема крепления подготовительных выработок сталеполимерно-тросовой анкерной крепью на сопряжении с очистным забоем.

4. Опытно-промышленные испытания в шахтных условиях подтвердили надежность работы и рассчитанные параметры канатных анкеров по несущей способности. Геомеханическая исследования на опытном участке, упрочненном канатными анкерами, по критерию расслоения кровли более благоприятная, чем на стандартных участках, усиленных перед лавой опережающей крепью из двух рядов гидростоек. Величина расслоений пород кровли по нижнему уровню датчиков, закрепленных канатными анкерами не

превысила максимально допустимых (150 мм), а максимальная нагрузка на анкер не превышала 26 т.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- установлена зависимость несущей способности сталеполимерно-тросовой анкерной крепи от параметров шпура (скважины) и полноты заполнения шпура;

- обоснована конструкция сталеполимерно-тросовой анкерной крепи с торцевой частью в виде режущей фрезы, позволяющая осуществлять качественное разрушение ампул, перемешивание компонентов состава и закрепление шпура;

- доказана лабораторными и шахтными исследованиями эффективность крепления выработок сталеполимерными анкерами с торцевой частью в виде долотообразной режущей фрезы, применение которых позволяет увеличить несущую способность анкеров в 1,15 раза, за счет равномерности перемешивания закрепляющего состава;

- в процессе взаимодействия сталеполимерно-тросовой анкерной комплексной крепи и приконтурных пород происходит «самостабилизация» усилий, напряжений и деформаций в закрепленной части массива с проявлением эффекта «стабилизации обоймы» и повышением прочности системы «крепь - массив».

Личный вклад автора состоит в формулировании задач исследований, проведении шахтных испытаний и аналитических исследований, разработке основных научных положений и выводов, в разработке технологии и средств многоуровневого крепления приконтурного горного массива.

Практическое значение работы состоит в том, что по результатам экспериментальных исследований, аналитического моделирования, конструкторских проработок сформированы прогрессивные инновационные решения (на уровне патентов РК) по конструктивным (по длине, размерам, комплектности составляющих элементов, плотности установки), технологические (местоположения относительно контуров выработок и элементов залегания угольного пласта, влияния осложняющих факторов и схем развития горных работ и параметров крепления) и технико-экономические характеристики (снижение металло- и трудоемкости работ по креплению выработок для повышения темпов их проведения и устойчивости; по разработанным опытно-промышленным образцам систем и средств активного крепления горных выработок и проведена конструкторская проработка технологических решений по их компоновке; в создании эффективной многоуровневой технологии анкерного крепления подготовительных выработок для различных горно-технологических условий эксплуатации).

Практическая ценность работы состоит в разработке прогрессивных решений по реализации технологии анкерного крепления выработок ослабленного по прочности горного массива для обеспечения эффективной и безопасной эксплуатации угольных шахт. Произведена конструкторская проработка и изготовление опытно-промышленных партий средств

крепления с испытанием их в производственных условиях в угольных шахтах; разработке технологии, способов, систем и средств анкерного крепления с учетом геомеханического состояния массива и схем развития горных работ (подана заявка на инновационный патент); формировании прогрессивных технологических решений, изготовлении опытно-промышленной партии средств контурного упрочнения горного массива и производстве мониторинга внедряемых технологий крепления контуров выработок (опытно-промышленные партии различного назначения).

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.

Реализация работы. Разработаны рекомендации по применению технологии анкерного крепления выработок при поддержании подготовительных выработок на сопряжениях очистных забоев, широких выработок угольных шахт. Исследования, выполненные в диссертационной работе, внедрены при опытно-промышленных испытаниях, канатных и тросовых анкеров глубокого заложения на шахте «Абайская», в виде договора о намерениях по внедрению технологии в шахтных условиях и в учебном процессе.

По результатам реализации научно-исследовательских проектов по целевым грантам с КН МОН РК были получены: акты испытания и внедрения средств крепления на шахте «Абайская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау», в учебный процесс КарГТУ по дисциплинам бакалавриата и магистратуры специальности «Горное дело» и протокол о намерениях по применению в производстве при горных работах на шахте «Абайская» Карагандинского угольного бассейна.

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

Апробация диссертации. Результаты исследований опубликованы в 1 научной статье в изданиях, входящей в базу данных компании Scopus; в 3 статьях в изданиях, рекомендуемых уполномоченным органом (ККСОН), 6 тезисах международных научных конференций, 3 СИСа и подана заявка на патент РК. Результаты научных исследований, полученные в диссертации, внедрены в учебный процесс по дисциплинам специальностей бакалавриата 6В07202 и магистратуры 7М07203 «Горное дело».

В рамках выполнения проектов по грантовому финансированию с КН МОН РК были получены - Акт внедрения в учебный процесс и Протокол о намерениях внедрения в производство.

Основные положения работы докладывались и получили одобрение: на научных семинарах кафедры РМПИ НАО «КарТУ», Научно-техническом совете НАО «КарТУ».

Докторант благодарит научных консультантов за рекомендации и помощь проведение экспериментов и выполнение отдельных этапов диссертационной работы: инженерно-технических работников шахт Карагандинского угольного бассейна, сотрудников лабораторий Карагандинского государственного технического университета, завод КЛМЗ и российскую компанию ООО «Технологии анкерного крепления».

Структура диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, 6 разделов, заключения, списка использованной литературы из 88 наименований, содержит 131 страницу текста компьютерного набора, в том числе 91 рисунок, 9 таблиц.