

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание учёной степени доктора философии PhD
по образовательной программе 8D07202 - Горное дело

МУЛЛАГАЛИЕВА ЛИЛИЯ ФАНДУСОВНА

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ГАЗОТДАЧИ С УЧЕТОМ ЕГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Актуальность исследования. Стратегия «Казахстан-2030» программы развития Казахстана до 2030 года предусматривает развитие угольной промышленности как основы энергетической безопасности и стабильности производства металлургического сырья.

Перспективы развития добычи угля связывают с тем, что уголь является основным энергетическим сырьем и сырьем для получения кокса, спецкокса, углеродистых восстановителей, используемых в безшлаковом производстве металлов, например кремния.

Угольные месторождения представляют собой большую ресурсную базу Казахстана с возможностью экспортировать уголь и продукты его переработки. Эти факторы определяются сравнительно низкой его ценой среди других энергоносителей.

Для создания безопасных условий охраны труда, снижения влияния горно-геологических условий при проведении подземных горных работ необходимо разработать методы воздействия на угольный пласт направленные на снижение его метанообильности с учетом напряженно-деформированного состояния. Для этого необходимо изучить совокупное влияние таких факторов, как: газоносность и газоотдача угольного пласта; физико-механические свойства углей и вмещающих пород; горно-геологические факторы, создающие условия для проявления опасных газодинамических явлений при добыче угля и проходке горных выработок (внезапные выбросы угля и газа, пучение почвы пласта и др.).

Согласно Концепции по переходу Казахстана к «зеленой экономике», в стране разрабатывался комплексный проект по добыче метана из угольных пластов, рассчитанный на 2013–2020 гг. Был разработан план мероприятий по организации разведки и добычи метана из угольных пластов. По ресурсам угольного метана Казахстан входит в десятку ведущих стран мира. Карагандинский угольный бассейн является одним из самых высокогазоносных среди угледобывающих стран мира. По предварительным подсчетам, содержит около 490 млрд. м³ метана до глубины 1 500 м и около 500–550 млрд. м³ до глубины 2 000 м.

Повышение нагрузки на забой, возможно проводить при снижении газоносности пласта за счет заблаговременной и предварительной дегазации с учетом его напряженно деформированного состояния. Заблаговременное извлечение метана из угольных пластов является основой комплексного освоения углегазовых месторождений, снижению природной газоносности до

требуемых значений и как следствие снижение абсолютной газообильности очистных забоев, и увеличение продуктивности пластовых дегазационных скважин в 3 и более раз.

Таким образом, разрабатываемые новые методы воздействия на угольный пласт должны быть направлены на снижение газоносности угольных пластов на участках, планируемых горных работ, путем увеличения их газоотдачи в скважины и горные выработки. Выполненные исследования являются актуальными как с точки зрения экологии, так и обеспечения промышленной безопасности добычи угля.

Целью работы является разработки новых методов воздействия на угольный пласт для повышения его газоотдачи с учетом напряженно-деформированного состояния.

Идея заключается в обосновании новых методов воздействия на угольный пласт для повышения его газоотдачи на основе анализа горно-геологических условий, физико-механических свойств и газоносности пластов, метанообильности выработок с учетом напряженно-деформированного состояния угольного пласта.

Объект исследования: Угольные пласты Карагандинского бассейна.

Задачи исследования:

1. Выполнить анализ современных методов воздействия на угольный пласт с учетом его напряженно-деформированного состояния

2. Разработать новые методы воздействия на угольный пласт для повышения газоотдачи.

3. Обосновать новые методы воздействия на угольный пласт для повышения газоотдачи в условиях напряженно-деформированного состояния.

4. Обосновать критерии, определяющие отнесение угольных пластов к высокогазоносным на основе связи газоносности и газоотдачи с удельным электрическим сопротивлением, интенсивностью поглощения гамма-излучения, изменением упругих свойств углей.

5. Разработать математическую модель влияния наноструктур поверхностного слоя угольного вещества на газоносность, диффузию и газоотдачу метана.

Методика исследований: на основе анализа отечественного и зарубежного опыта, литературных и фондовых материалов, результатов теоретических и экспериментальных наблюдений, современных методов компьютерного моделирования обосновать новые методы воздействия на угольный пласт для повышения газоотдачи с учетом его напряженно-деформированного состояния, влияния наноструктуры поверхностного слоя угольного вещества на газоотдачу, методы оценки газоносности угольных пластов Карагандинского бассейна.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1. Эффективность воздействия на угольный пласт для повышения газоотдачи определяется изменением напряженно-деформированного состояния угольного пласта с глубиной залегания.

2. Повышение газоотдачи пласта на 80% с учетом его напряженно-деформированного состояния, достигается путем воздействия на угольный пласт через наклонно-направленную скважину и проведением в ней ГРП с кислотной обработкой.

3. Применение технологии проходки газодренажной выработки, для дегазации и разгрузки от горного давления и бурения из нее в пласт дегазационных скважин, при проведении выработок по высокогазоносным пластам, снижает метанообильность на 30-40% и увеличивает среднесуточную добычу на 26%.

4. Тепловое воздействие на угольный пласт для активизации процесса деструкции молекул углекислотного раствора, увеличивает интенсивность перехода метана в свободное состояние.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Выявлен механизм влияния вертикальных скважин, используемых для гидроразрыва угольного пласта, через образование горизонтальных (субгоризонтальных) трещин радиальной составляющей и вертикальных (субвертикальных) трещин за счет осевой составляющей, которые и определяют эффективность воздействия на угольный пласт для повышения газоотдачи, зависящую от закономерностей изменения НДС с увеличением глубины залегания пластов.

2. Выявлена взаимосвязь наноструктуры поверхностного слоя угольного вещества с величиной газоносности, теплоемкостью, физико-механическими свойствами углей, диффузией и газоотдачей метана.

3. Выявлено, что тепловое воздействие на угольный пласт для активизации процесса деструкции молекул углекислотного раствора, ускоряет переход метана в свободное состояние.

Область применения. Угледобывающая отрасль, подземная добыча углей, добыча метана угольных пластов.

Личный вклад автора. Работа выполнена автором лично, в том числе поставлены цели и задачи, выполнены теоретические, экспериментальные и промышленные исследования, составлены алгоритмы решения задач, составлены рекомендации по использованию новых методов воздействия на угольный пласт.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается применением методов математического моделирования процессов газоотдачи угольного пласта при стимулирующем воздействии механической, тепловой и химической энергии, математической статистики к большому объему экспериментальных данных, достаточной сходимостью результатов, разработанных методов воздействия на угольный пласт для повышения газоотдачи, использованием стандартизированных способов, оборудования и приборов при проведении исследований, промышленной апробацией предлагаемых методов при проведении дегазации угольных пластов и извлечения метана из них для коммерческих целей.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработаны критерии выделения угольных пластов с высокой газоносностью, отнесенные к опасным и внезапным выбросам угля и газа, полученные на основе связи газоносности угольных пластов с их электрическими, ядерно-физическими и акустическими характеристиками;

- разработан новый метод воздействия на угольный пласт для повышения газоотдачи с учетом напряженно-деформированного состояния;

- разработана физическая модель процесса массопереноса метана в углях с учетом наноструктур поверхностного слоя угольного вещества, определяющий диффузию метана в нанопорах угля и перенос метана в угле;

- разработана численная модель воздействия на угольный пласт гидрорасчленения с учетом НДС при различных глубинах залегания, определяющая формирование горизонтальной и вертикальной трещиноватости пласта;

- рассчитаны энергозатраты при гидроразрыве с использованием водных растворов кислот, получено уравнение для оценки критической скорости потока раствора, установлена закономерность роста длины трещины от изменения давления гидроразрыва;

- разработана математическая модель воздействия тепловой энергии на угольный пласт для повышения газоотдачи;

- решена задача, определяющая связь нанометровых толщин поверхностного слоя углей различных марок с диффузией и десорбцией метана, теплоемкостью и влажностью, газопроницаемостью при одноосном нагружении.

Апробация работы. Результаты работы докладывались и обсуждались на конференциях: LIII Международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения», Москва, 2021; Международной научно-практической online конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации плана нации», посвященной 30-летию независимости Республики Казахстан, Сагиновские чтения, 2021; VI Международной конференции AGRITECH-VI - 2021: Агротехнологии, экологический инжиниринг и устойчивое развитие, Красноярск, 2021 Международном научном форуме «Наука и инновации – современные концепции», Москва, 2022; на научных семинарах кафедры «разработка месторождений полезных ископаемых» НАО КарТУ имени Абылкаса Сагинова. Исследовательская практика проходила в период с 01.02.2020 г. по 01.05.2020 г. на предприятии ТОО «Научно-инженерный центр «ГеоМарк», научная стажировка в Кыргызском государственном университете геологии, горного дела и освоения природных ресурсов имени академика У.Асаналиева (г. Бишкек, Кыргызская Республика) в период с 10 по 27 мая 2022 г.

Публикации. Основные положения диссертационной работы отражены в 9 научных трудах, в том числе 4 (четыре) статьи в рецензируемых научных изданиях по научному направлению темы диссертации, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science (Clarivate Analytics) и по CiteScore в базе Scopus (Elsevier), 1 (одна) статья в изданиях, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 4 (четыре) статьи в сборниках Международных и Республиканских научно-практических конференций.

Структура и объём диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа представлена на 136 страницах, содержит 66 рисунков, 31 таблицу и 167 использованных источников.