

## **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 работы.**

Согласно Постановлению Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 724 "Об утверждении Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года" угольная промышленность является одной из важнейших ресурсных отраслей Республики Казахстан. По запасам угля Казахстан входит в десятку стран-лидеров. Более 90% разведанных запасов угля сосредоточено на севере и в центральной части Казахстана. Согласно официальной статистике за 2021 год добыто 111,7 миллиона тонн угля (без учета угольного концентрата), что составляет 102% по сравнению с 2020 годом (2019 год – 110,7 миллиона тонн, 2020 год – 107,2 миллиона тонн).

Сегодня угольная отрасль республики обеспечивает выработку в Казахстане порядка 69% электроэнергии, 100% загрузку коксохимического производства, полностью удовлетворяет потребности в топливе коммунально-бытового сектора и населения.

Дальнейшие перспективы развития угольной промышленности напрямую зависят от политики перехода к углеродной нейтральности, что требует пересмотра действующих правовых, нормативных и технических документов и разработку новых стандартов, гармонизированных с современными международными стандартами.

Угольные месторождения Казахстана представляют собой большую ресурсную базу 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.).

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 разработка 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 гидрорасчленения 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 гидрорасчленении с использованием водных растворов кислот, получено уравнение для оценки критической скорости потока раствора, установлена закономерность роста длины трещины от изменения давления гидрорасчленения;

- 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:

- 53-й 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);

- 6-й международной конференции AGRITECH-VI - 2021: Агротехнологии, экологический инжиниринг и устойчивое развитие (Красноярск, 2021);

- международном научном форуме «Наука и инновации – современные концепции» (Москва, 2022);

По результатам исследования, получены акты о внедрении результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс (Приложение А); акт о внедрении (№27/2-1 от 30.05.2022 г.) результатов научных исследований по диссертации в практическую деятельность ТОО «Industrial Energy Alliance» (Приложение А);

– на научных семинарах кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО Карагандинский технический университет 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 (Бишкек) в период с 10 по 27 мая 2022 г (Приложение Б).

**Публикации.** Основные положения диссертационной работы отражены в 10 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), 2 (две) статья в изданиях, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки МНВО РК, 4 (четыре) статьи в сборниках Международных и Республиканских научно-практических конференций, в том числе 1 (одна) 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)

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