

ФАНО РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УГЛЯ И УГЛЕХИМИИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ФИЦ УУХ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ



Директор ФИЦ УУХ СО РАН

В.Н. Кочетков

МП

15 марта 2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

– ФИЦ УУХ СО РАН на диссертационную работу Садова Анатолия Петровича на тему: «Повышение эффективности пластовой дегазации на основе циклических гидродинамических воздействий на угольные пласты», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность» (в горной промышленности).

Актуальность темы диссертации

В соответствии с «Энергетической стратегией России» на период до 2030 года главными ориентирами развития страны являются энергетическая и бюджетная эффективность экономики. В качестве одного из приоритетных направлений прогресса в угольной промышленности выбрана реализация передовых высокопроизводительных технологий подземной добычи, что повлекло за собой необходимость совершенствования способов подготовки угольных пластов к интенсивной отработке. В России значительное число шахт отнесены к III категории опасности и сверхкатегорным по метану.

Абсолютная метанообильность ряда шахт превышает 150 м³/мин. Ситуация усугубляется тем фактом, что во всех бассейнах России и СНГ идет углубление горных работ, что приводит к закономерному росту газоносности разрабатываемых пластов. Метан, поступающий в горные выработки, сдерживает интенсивность добычи угля, увеличивает его себестоимость, снижает уровень безопасности труда шахтеров, а метан, выбрасываемый на поверхность, оказывает негативное воздействие на состояние окружающей среды. Критической величины достиг за последние годы смертельный травматизм, связанный с взрывами газа и пыли. При этом безальтернативным условием нормального функционирования угольных шахт является повышение производительности труда и нагрузок на очистные забои при соблюдении строгих норм промышленной безопасности и охраны труда. Для рентабельной угледобычи эффективность дегазации во многих условиях должна быть не менее 50-60%.

Проблема метанобезопасности включает в себя достаточно много аспектов, одним из которых является разработка эффективных технологий пластовой дегазации. Именно пластовая дегазация во многих случаях является ключевым фактором обеспечения безопасных условий угледобычи при высоких нагрузках на очистные забои. В связи с вышеизложенным повышение эффективности пластовой дегазации на основе циклических гидродинамических воздействий на угольные пласты является актуальной задачей.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, проиллюстрирована 32 рисунками и 19 таблицами, включает приложение и список использованной литературы из 145 наименований.

Диссертационная работа содержит представительное количество исходных данных, имеет пояснения, схемы, графики, примеры, подробные расчеты. Написана технически квалифицированно и аккуратно оформлена.

Анализ содержания диссертации

Первая глава посвящена вопросам извлечения метана угольных пластов, в ней представлена актуальность обеспечения метанобезопасности средствами дегазации на современных шахтах, приведён анализ опыта применения схем дегазации разрабатываемых пластов с применением гидроразрыва из подземных выработок, рассмотрена подготовка угольных пластов к безопасной отработке, а также совершенствование технологии заблаговременной дегазации угольных пластов на основе циклического гидродинамического воздействия. Обоснован выбор технологии пластовой дегазации угольных пластов для обеспечения их безопасной и интенсивной отработки.

Сформулирован вывод, что эффективность применяемых в настоящее время способов подземной пластовой дегазации, осуществляемой из горных выработок, ограничена в большинстве горно-геологических и горнотехнических условиях уровнем 15-20%, который недостаточен для решения задач обеспечения метанобезопасности.

Вторая глава посвящена разработке и результатам натурных испытаний усовершенствованной технологии заблаговременной дегазационной подготовки на шахтных полях Карагандинского бассейна. Обоснована технология извлечения метана путем гидродинамического воздействия на пласт с использованием эффекта самоподдерживающегося разрушения угля, проанализированы результаты натурных испытаний технологии. Исследованы основные режимы внедрения текучего в угольный пласт в процессе гидродинамического воздействия, обоснована целесообразность применения режима гидрорасчленения для целей эффективной заблаговременной дегазации угольных пластов через скважины, пробуренные с поверхности, обеспечивающего равномерность раскрытия естественных трещин в дегазируемом угольном пласте. Анализ результатов предварительных испытаний технологии гидродинамического воздействия на пласт с использованием геоэнергии массива показал, что

самоподдерживающееся разрушение наиболее эффективно реализуется при наличии слабой пачки в структуре угольного пласта. Эффективность разработанной технологии на 30÷40% выше по сравнению с традиционной технологией гидрорасчленения.

В третьей главе приведены рекомендации по совершенствованию дегазационной подготовки угольных пластов из подземных выработок. Обоснована и разработана усовершенствованная технология предварительной дегазации угольного пласта через скважины, пробуренные из подготовительных выработок, с использованием циклического гидродинамического воздействия на дегазируемый пласт для обеспечения его гидроразрыва. Определены и оценены эффективные параметры (давление нагнетания, темп закачки, общий объем закачиваемой жидкости и радиус влияния скважин гидроразрыва) усовершенствованной технологии предварительной дегазации угольного пласта через скважины, пробуренные из подготовительных выработок, обеспечивающие интенсификацию дегазации пласта на базе повышения его газопроницаемости и газоотдачи в зонах подземного гидроразрыва.

В четвёртой главе представлены результаты апробации технологии предварительной дегазации угольного пласта с использованием его гидроразрыва, осуществляемого из подготовительных выработок, выбран объект испытаний, разработана и утверждена в установленном порядке основная технологическая документация (технологическая часть проекта, паспорт на ведение работ), а также программа и методика работ по апробации технологии подземного гидроразрыва на шахте им. С.М. Кирова АО «СУЭК–Кузбасс». Проведенные работы по шахтной апробации усовершенствованной технологии подземного гидроразрыва угольного пласта «Болдыревский» включали обустройство скважин, собственно проведение гидроразрыва пласта и исследование эффективности разработанной технологии. Разработана надежная технология герметизации скважин гидроразрыва, выдерживающих давление до 21,5 МПа. Показана

потенциальная возможность существенного снижения газообильности очистной выработки за счет естественной дегазации углегазонасного массива подготовительными выработками в зонах подземного гидроразрыва. Разработана технология надежного и достоверного определения пластового давления и фильтрационных свойств пласта на основе закачек малых объемов рабочей жидкости. Выявлены перспективы дальнейшего развития исследуемой усовершенствованной технологии пластовой дегазации.

В пятой главе представлена оценка эффективности усовершенствованной технологии заблаговременной дегазационной подготовки при отработке особо выбросоопасного пласта Д₆ на поле шахты «Казахстанская». Эффективность комплексной пластовой дегазации на выемочном участке 312-Д₆-1з в зонах ее применения находилась на уровне 40 ÷ 50%, что означает соответствующее увеличение предельно допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору при снижении абсолютной газообильности и содержания метана на исходящей лавы, что существенно повысило метанобезопасность горных работ.

Основные полученные результаты

Основные научные и практические результаты работы, полученные автором, заключаются в следующем:

1. При заблаговременной и предварительной дегазационной подготовке газоносных и, особенно, выбросоопасных угольных пластов целесообразно дополнительно применять гидродинамические воздействия на дегазируемый пласт для повышения его проницаемости и газоотдачи.

2. Усовершенствована и испытана в шахтных условиях технология ЗДП, предусматривающая циклическое гидродинамическое воздействие на разрабатываемый выбросоопасный угольный пласт, обеспечивающая существенное повышение его газопроницаемости за счет частичной разгрузки пласта путем высвобождения геоэнергии в виде выбросов угля и газа в скважину.

3. Выявлен и обоснован механизм реализации усовершенствованной технологии ЗДП с применением циклических гидродинамических воздействий, обеспечивающих интенсификацию газоотдачи пласта на основе эффекта самоподдерживающегося разрушения угля.

4. Научно обоснованы основные режимы циклического гидродинамического воздействия и целесообразность совмещения его с процессом гидрорасчленения пласта. Применительно к особо выбросоопасному пласту Д₆ в условиях Карагандинского угольного бассейна определены эффективные параметры разработанной технологии, предусматривающей для управляемого инициирования выбросов угля и газа в скважину подачу в пласт рабочей жидкости с темпом не менее 60÷70 л/с и в объеме не менее 800 м³.

5. Предложено и включено в утвержденные в установленном порядке проектные решения использование в качестве рабочего агента в технологии ЗДП азрированной жидкости при заблаговременной дегазации пласта Д₆ через скважину №56 поля шахты «Казахстанская».

6. Оценена эффективность усовершенствованной технологии ЗДП при отработке особо выбросоопасного пласта Д₆ на выемочном участке 312-Д₆-1з шахты «Казахстанская». Обеспечено снижение природной газоносности пласта Д₆ в зонах комплексной пластовой дегазации на 10,8 м³/т, что уменьшает газообильность очистных работ на 40 ÷ 50% и существенно повышает их метанобезопасность.

7. Усовершенствована технология предварительной дегазации угольного пласта через скважины, пробуренные из подготовительных выработок, на основе использования циклического гидродинамического воздействия на дегазируемый пласт для обеспечения его гидроразрыва.

8. Установлены режим и рациональные параметры (темп, объем и давление нагнетания рабочего агента) применения усовершенствованной технологии предварительной дегазации угольного пласта, обеспечивающие

интенсификацию дегазации пласта на основе повышения его газопроницаемости и газоотдачи в зонах подземного гидроразрыва.

9. Усовершенствованная технология предварительной дегазации с использованием гидроразрыва угольного пласта реализована на пласте «Болдыревский» выемочного участка 24-58 на шахте им. С.М. Кирова АО «СУЭК-Кузбасс». Установлено повышение в 2÷3 раза дебитов метана и суммарного съема последнего из скважин ППД в зонах влияния скважин ПодзГРП.

10. Подтверждена технико-экономическая эффективность работ по заблаговременной дегазационной подготовке с использованием усовершенствованной технологии на основе эффекта СПРУ на поле шахты «Казахстанская» УД «АрселорМиттал Темиртау» при обработке особо выбросоопасного пласта Д₆.

Научная новизна диссертации

Научная новизна заключается в обосновании усовершенствованной технологии заблаговременной дегазационной подготовки угольного пласта через скважины, пробуренные с поверхности, базирующейся на циклическом гидродинамическом воздействии, обеспечивающем существенное повышение газопроницаемости угольного пласта за счет реализации его геознергии в виде выбросов угля и газа в скважину, обеспечивающих частичную разгрузку пласта. Выявлен и обоснован механизм и эффективные параметры реализации усовершенствованной технологии заблаговременной дегазационной подготовки с применением циклических гидродинамических воздействий, обеспечивающие интенсификацию газоотдачи пласта на базе достижения эффекта самоподдерживающегося разрушения угля.

Разработана усовершенствованная технология предварительной пластовой дегазации, осуществляемой скважинами, пробуренными из подготовительных выработок, с использованием циклического гидродинамического воздействия в установленном режиме и с

рациональными параметрами его реализации, обеспечивающими повышение эффективности дегазации пласта на базе увеличения его газопроницаемости и газоотдачи в зонах подземного гидроразрыва.

Достоверность и обоснованность полученных результатов

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждена:

- представительным объемом шахтных исследований усовершенствованной технологии заблаговременной дегазационной подготовки в натурном эксперименте на двух шахтных полях Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау» (УД АМТ);
- положительными результатами шахтных испытаний по оценке эффективности основных технологических решений при ведении подготовительных и очистных работ в зонах заблаговременной дегазации при отработке лавы 312-Д₆-13 шахты «Казахстанская» УД АМТ;
- положительными результатами шахтных исследований по оценке эффективности предварительной пластовой дегазации в зонах подземного гидроразрыва на шахте им. С.М. Кирова АО «СУЭК-Кузбасс».

Практическая значимость результатов

Практическая ценность результатов заключается в разработке принципиальной технической и методической документации на применение технологических решений, базирующихся на существенном повышении газопроницаемости дегазируемого угольного пласта и направленных на повышение эффективности заблаговременной и предварительной дегазационной подготовки угольных пластов к интенсивной и безопасной разработке.

Диссертация написана грамотным, профессиональным научно-техническим языком, хорошо проиллюстрирована и представляет собой логически заверченный труд.

Выявлен и обоснован механизм интенсификации газоотдачи пласта на базе достижения эффекта самоподдерживающегося разрушения угля, а также эффективные параметры его реализации в усовершенствованной технологии заблаговременной дегазационной подготовки угольного пласта с применением циклических гидродинамических воздействий.

Установленные режим и рациональные параметры циклического гидродинамического воздействия на пласт обеспечивают повышение эффективности предварительной пластовой дегазации, осуществляемой скважинами, пробуренными из подготовительных выработок, за счет увеличения газопроницаемости и газоотдачи пласта в зонах подземного гидроразрыва.

Разработана принципиальная техническая и методическая документация на использование новых технологических решений по совершенствованию технологий заблаговременной и предварительной дегазации неразгруженных от горного давления угольных пластов.

Практические результаты диссертационной работы **рекомендуются к использованию** при разработке газоносных угольных пластов на месторождениях Кузнецкого, Печорского и Карагандинского угольных бассейнов, в том числе на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс», ОАО «ОУК «Южкузбассуголь», ОАО «Распадская», ОАО «Воркутауголь», Угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау».

Публикации и соответствие автореферата диссертационной работе

Результаты, изложенные в диссертации, докладывались на научных симпозиумах «Неделя горняка – 2014 - 2016» (г. Москва), международной научно-практической конференции «Горно-металлургический комплекс Казахстана: проблемы и перспективы инновационного развития» (Караганда - 2011), а также на заседании технического совета АО «СУЭК-Кузбасс» (2014-2016 гг.), заседаниях научных семинаров и заседании кафедры БЭПП

Горного института НИТУ «МИСиС». По теме диссертации опубликовано 10 работ, из них – 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Содержание автореферата соответствует требованиям и достаточно полно отражает содержание диссертации, в том числе и основные положения, выносимые на защиту.

Достоинства и недостатки диссертационной работы

По диссертации имеются **следующие замечания:**

1. Нет физического обоснования численных значений темпа и объема нагнетания рабочей жидкости при реализации технологии, базирующейся на использовании геознергии углегазоносного массива.

2. Не указано, насколько универсальны установленные параметры реализации технологии с использованием геознергии массива, не относятся ли они только к специфичному особо выбросоопасному пласту Д₆ Карагандинского бассейна.

3. Не обоснованы эффективные параметры технологии подземного гидроразрыва, в частности, не определен на данной стадии поисковых работ рекомендуемый объем закачки рабочей жидкости.

4. В результатах шахтных экспериментальных работ по подземному гидроразрыву нет четкого разграничения между режимами гидрорасчленения угольного пласта и его гидроразрыва.

5. Не ясно, предполагается ли уменьшать расстояние между стандартными скважинами предварительной пластовой дегазации в зонах подземного гидроразрыва.

Замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. Несмотря на отмеченные в отзыве замечания, работа в целом является законченным самостоятельным исследованием, обладает научной новизной, имеет теоретическую и практическую значимость, соответствует требованиям ВАК РФ.

Диссертация в полном объеме соответствует паспорту специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность» (в горной промышленности).

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Научные положения сформулированы четко и не допускают иного толкования. Автор имеет 10 публикаций, в которых отражены основные научные результаты диссертационной работы.

Заключение

Диссертационное исследование Садова Анатолия Петровича на тему: «Повышение эффективности пластовой дегазации на основе циклических гидродинамических воздействий на угольные пласты» выполнено на высоком уровне, является научно-квалификационной работой, выполненной под руководством доктора технических наук, проф. С.В. Сластунува, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки в области совершенствования технологий пластовой дегазации газоносных и выбросоопасных угольных пластов путем применения циклических гидродинамических воздействий на углегазоносную толщу, имеющие существенное значение для обеспечения безопасности и эффективности подземной угледобычи и соответствующие специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность» (в горной промышленности).

Результаты диссертационной работы были обсуждены на научном семинаре Института угля ФИЦ угля и углехимии СО РАН 14 марта 2017 г.

Председатель научного семинара,
д.т.н., проф.



Б.Л. Герике

Рецензент, зав. лабораторией ресурсов и технологий
извлечения угольного метана, д.т.н., проф.



О.В. Тайлаков

Ученый секретарь научного семинара,
к.т.н.



М.В. Шинкевич

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр угля и углехимии
Сибирского отделения Российской академии наук»
(ФИЦ УУХ СО РАН)
650000, Россия, Кемерово, Советский просп., д. 18
тел. 8(384-2) 36-34-62
<http://www.kemsc.sbras.ru/ru>
centr@coal.sbras.ru

Структурное подразделение ФИЦ УУХ СО РАН:
Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук,
650065, Россия, Кемерово, Ленинградский проспект, 10.
Тел.: +7 (3842) 74-13-57
<http://www.icc.kemsc.ru/>
iuu@icc.kemsc.ru

Подписи Б.Л. Герике, О.В. Тайлакова
и М.В. Шинкевича заверяю.

Начальник отдела кадров



Н.С. Иванова