

**Резюме проекта, выполняемого  
в рамках ФЦП**

**«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»**

по этапу 3

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.604.21.0172

Тема: «Разработка технологии шахтного гидроразрыва на основе пропантов низкой плотности и роботизированного скважинного оборудования для повышения эффективности освоения газоносных угольных пластов и извлечения из них метана».

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

Критическая технология: Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи.

Период выполнения: 26.09.2017г. – 30.06.2020г.

Плановое финансирование проекта:

    Бюджетные средства           30,00 млн. руб.,

    Внебюджетные средства    30,22 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук.

Индустриальный партнер: АО «Технологии обратных задач».

Ключевые слова: Угольный пласт, извлечение метана, предварительная дегазация, повышение эффективности дегазации, газодинамический каротаж, скважинный прибор, шахтный гидроразрыв, роботизированная система, устройство разрыва, рабочая жидкость, пропант, дегазационная скважина, снижение подсосов воздуха, повышение содержания метана, герметизация скважин

### **1. Цель проекта**

Проект направлен на повышение эффективности освоения, извлечения и использования метана газоносных угольных пластов за счет интенсификации их предварительной дегазации методом гидроразрыва, снижения подсосов воздуха в дегазационные скважины через вмещающие горные породы, применения роботизированных систем газодинамического каротажа дегазационных скважин и гидроразрыва углепородного массива, рабочих жидкостей и пропантов низкой плотности.

### **2. Основные результаты проекта**

Разработаны технические и технологические решения шахтного гидроразрыва угольных пластов, включая технологические процессы:

а) математическое моделирование углепородного массива, фильтрационных процессов, развития трещин гидроразрыва для оптимизации дегазационной сетки скважин и трещин гидроразрыва;

б) процесс инструментальных скважинных профильных измерений (каротаж) проницаемости пород в дегазационных скважинах;

в) процессы получения рабочей жидкости на основе гидросмеси с легким пропантом для расклинивания дренажных трещин гидроразрыва угольного пласта и полимерной рабочей жидкости для формирования в породном массиве противофильтрационных экранов;

г) процесс множественного поинтервального продольного гидроразрыва угольного пласта и создания дренажных секущих трещин на основе роботизированного скважинного оборудования;

д) процесс направленного послойного продольного гидроразрыва угольного пласта в дегазационной скважине с боковыми стволами или в сближенных параллельных скважинах и создание дренажных послойных трещин;

е) процесс направленного поперечного гидроразрыва углепородного массива и создания в нем противофильтрационных экранов.

В состав разработанных экспериментальных образцов оборудования и технических средств шахтного гидроразрыва входят:

а) технические комплексы множественного поинтервального продольного гидроразрыва, послойного продольного гидроразрыва и направленного поперечного гидроразрыва углепородного массива;



б) рабочая жидкость на основе гидросмеси с легким пропантом для расклинивания дренажных трещин гидроразрыва угольного пласта (показана на фотографии) и полимерная рабочая жидкость для формирования в породном массиве противofильтрационных экранов;

в) технический комплекс комплекс профилейных измерений (каротаж) проницаемости пород в дегазационных скважинах;

ж) программное обеспечение математического моделирования углепородного массива, фильтрационных процессов, развития в нем трещин гидроразрыва с оценкой снижения индекса опасности аварий при подземной разработке газоносных углей. Численная ре-

ализация выполнена на основе расширенного метода конечных элементов в программной среде ABAQUS с использованием фантомных узлов и когезионного закона разрушения, что позволяет учитывать физико-химические закономерности моделируемых процессов, в частности криволинейное развитие трещин гидроразрыва вблизи свободной поверхности.

В состав разработанной технической и технологической документации входят:

а) документация на программное обеспечение математического моделирования углепородного массива, фильтрационных процессов, развития в нем трещин гидроразрыва;

б) методика профилейных измерений (каротаж) проницаемости пород в дегазационных скважинах;

в) технологический регламент изготовления рабочей жидкости, включая регламенты изготовления гидросмеси с легким пропантом и полимерной рабочей жидкости для противofильтрационных экранов;

г) технологический регламент шахтного гидроразрыва с оценкой снижения индекса опасности аварий при подземной разработке газоносных углей, включая регламенты: 1) множественного поинтервального продольного гидроразрыва; 2) направленного послойного продольного гидроразрыва; 3) направленного поперечного гидроразрыва углепородного массива и создания в нем противofильтрационных экранов;

д) эскизная конструкторская документация на экспериментальные образцы роботизированного оборудования газодинамического каротажа дегазационных скважин и шахтного гидроразрыва углепородного массива с использованием пропантов низкой плотности.

Полученные результаты обобщены в рекомендациях по использованию результатов ПНИ в реальном секторе экономики, дальнейших исследованиях и разработках, а также в проекте технического задания на проведение ОТР по теме «Промышленные испытания технологии шахтного гидроразрыва на основе пропантов низкой плотности и роботизированного скважинного оборудования для повышения эффективности освоения газоносных угольных пластов и извлечения из них метана».

Даны оценка РИД, полученных при выполнении ПНИ, с целью их вовлечения в хозяйственный оборот, а также технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов.

Сравнение совокупности полученных результатов с современным научно-техническим уровнем показывает, что полученные технические и технологические решения соответствуют мировым тенденциям развития технологий освоения газоносных угольных пластов и извлечения из них метана.

Новизна работы состоит в технологических и технических решениях шахтного гидроразрыва, обеспечивающих повышение эффективности освоения газоносных угольных пластов и извлечения из них метана.

Содержание, состав выполненных работ и их результаты полностью соответствуют научным, техническим, экономическим и другим требованиям, установленным техническим заданием и план-графиком исполнения обязательств Соглашения о предоставлении субсидии. Полнота решения задач отчетного этапа и проекта в целом обеспечена выполнением всех требований технического задания и календарного плана Соглашения. Поставленные цели отчетного этапа и проекта в целом достигнуты.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

Подано 7 патентных заявок, по одной из которых получен патент РФ №2703021 «Способ гидравлического разрыва угольного пласта», опубликован 15.010.2019 Бюл. №29.

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Назначение и область применения результатов – повышение безопасности и эффективности подземной разработки газоносных угольных пластов. Способы использования результатов:

а) научная основа для выполнения промышленных испытаний и внедрения технологии шахтного гидроразрыва на основе проппантов низкой плотности и роботизированного скважинного оборудования для повышения эффективности освоения газоносных угольных пластов и извлечения из них метана;

б) прямое использование отдельных научно-технических результатов для развития существующих технологий, например, для повышения эффективности предварительной дегазации угольных пластов, повышения качества изолирования дегазационных скважин от горных выработок, повышения достоверности и информативности данных для моделирования процессов разработки метаноносных угольных пластов;

в) научная основа для выполнения дальнейших исследований в области повышения безопасности и эффективности подземной разработки месторождений твердых полезных ископаемых, в т.ч. угля.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Ожидаемый социально-экономический эффект от использования технологий и технических средств, создаваемых на основе полученных результатов, состоит в повышении производительности труда при дегазации угольных пластов, в снижении опасности катастрофических проявлений газодинамических явлений и, как следствие, в снижении риска смертности при подземной добыче угля, в уменьшении техногенного воздействия на окружающую среду за счет снижения выбросов метана в атмосферу.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

Планируемые действия по доведению до потребителя ожидаемых результатов включают проведение ОТР по теме «Промышленные испытания технологии шахтного гидроразрыва на основе проппантов низкой плотности и роботизированного скважинного оборудования для повышения эффективности освоения газоносных угольных пластов и извлечения из них метана», изготовление, поставку предприятиям опытных образцов оборудования, рабочих жидкостей гидроразрыва и проппантов низкой плотности, согласование и утверждение технологического регламента шахтного гидроразрыва на основе проппантов низкой плотности, проведение опытных работ по договорам с заинтересованными горнодобывающими предприятиями, публикацию результатов промысловых работ в научно-технических изданиях, участие в мероприятиях по рекламированию предлагаемой продукции.