

## Резюме проекта, выполняемого/выполненного

в рамках ФЦП

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

по этапу № 2

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.607.21.0079

Тема: «Разработка и исследование комплексной низкотемпературной адсорбционной системы аккумулирования природного газа с повышенной пожаровзрывобезопасностью и энергоэффективностью»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика

Критическая технология: Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии

Период выполнения: 20.10.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 82.00 млн. руб.

Бюджетные средства 48.50 млн. руб.,

Внебюджетные средства 33.50 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью «Устюгазсервис»

Ключевые слова: природный газ, метан, адсорбционное аккумулирование, адсорбция, система хранения, хранение метана, активный уголь, транспортирование газа, низкие температуры, холодильная машина

#### 1. Цель проекта

Разработка и изготовление экспериментального образца комплексной низкотемпературной адсорбционной системы аккумулирования – мобильного адсорбционного газового хранилища (далее МАГХ) для транспортировки природного газа (метана) к удаленным потребителям. Разработка направлена на решение проблемы газификации населения, поскольку позволяет снизить капитальные вложения путем внедрения мобильных адсорбционных газовых хранилищ и отказа от прокладки газопроводов к удаленным населенным пунктам и предприятиям, а также позволяет повысить гибкость системы газораспределения.

#### 2. Основные результаты проекта

- 1) Разработана и изготовлена вторая партия (10 штук) масштабированных образцов новых адсорбционных материалов. Образцы изготавливались из 5 различных марок адсорбентов (АС1К, NRT1, NRT2, NRT3, NRT4) тремя различными технологическими методами. Среди масштабированных образцов наилучшая плотность упаковки достигнута в случае масштабированных образцов М13 (704 кг/м<sup>3</sup>) и М15 (719 кг/м<sup>3</sup>), изготовленные из адсорбента АС1К.
  - 2) Разработаны основы технологии создания адсорбционного материала для снаряжения экспериментального образца МАГХ. В качестве основного адсорбента выбран наиболее доступный (на данный момент) и при этом эффективный адсорбент АС1К. В дополнение к формованию прессованием были исследованы методы формования вибрациями и горячего формования. Улучшение показателей определено только для метода горячего формования, но высокая технологическая сложность и трудоемкость ограничивают применение данного метода. Был разработан Лабораторный технологический регламент на изготовление адсорбционного материала для снаряжения экспериментального образца МАГХ.
  - 3) Разработан и изготовлен адсорбционный материал для снаряжения экспериментального образца МАГХ. МАГХ состоит из надежных, но неразъемных баллонов, поэтому они снаряжаются малыми образцами. Для обеспечения плотной упаковки адсорбционный материал изготавливался в форме шестигранников, средний диаметр вписанной окружности которых составляет 36,0±0,3 мм.
  - 4) Разработан и изготовлен экспериментальный образец МАГХ. Характеристики экспериментального образца МАГХ соответствуют Техническому заданию: геометрический объем – 200 л; рабочее давление в адсорберах экспериментального образца – до 10 МПа; диапазон создаваемых внутри адсорберов диапазон температур – от минус 80 до плюс 80 °С; допустимая температура окружающей среды – от минус 40 до плюс 50°С. Достижение низких температур осуществляется с помощью вводимого в экспериментальный образец теплообменника.
- В рамках внебюджетного финансирования выполнены следующие работы:
- 5) проведены исследования сорбционных и термодинамических характеристик при статических и циклических условиях работы второй партии масштабированных образцов новых адсорбционных материалов. Наилучшие показатели по количеству сбрасываемого метана соответствуют масштабированным образцам М9 и М13, из которых предпочтительно использовать образец М13, который изготавливается из одного адсорбента АС1К, в то время как образец М9 - из двух марок адсорбентов АС1К и NRT2.
  - 6) Проведены исследования прочностных характеристик и влияния на них циклических условий работы второй партии масштабированных образцов новых адсорбционных материалов. Наибольшими прочностными характеристиками (твердостью по Бринеллю более 0.9 НВ) обладают масштабированные образцы М10 и М15, из остальных образцов можно выделить образец М13. М10 изготавливается из 2 адсорбентов, а М15 - сложным технологическим методом горячего формования, поэтому предпочтение отдано образцу М13. В основном, циклические воздействия увеличивают твердость масштабированных образцов, но в некоторых случаях возможно небольшое снижение.
  - 7) Разработан проект технических условий на адсорбционный материал для снаряжения экспериментального образца МАГХ. Проект ТУ включает в себя весь необходимый набор требования для обеспечения и контроля качества производимого блочного адсорбционного материала, которым снаряжается экспериментальный образец МАГХ.
- Полученные результаты в исследованиях по формованию (увеличению плотности упаковки), исследованиях сорбционных и термодинамических характеристик соответствуют мировому уровню. Также мировому уровню соответствуют технические решения в разработке и изготовлении экспериментального образца МАГХ, например, использование внутреннего теплообменника для терморегулирования адсорбера (баллона МАГХ). Исследования прочностных характеристик, циклические условия работы (при 1000 циклов адсорбции-десорбции), а также шестигранные формованные образцы, образующие плотную упаковку практически в любом сосуде, не имеют аналогов в научно-технической литературе.

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

На этапе 2 не были запланированы и получены охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности.

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

- 1) полученные и планируемые результаты проекта могут применяться при создании мобильных газовых терминалов для транспортирования и снабжения удаленных потребителей (населенных пунктов, предприятий) природным газом;
- 2) также результаты проекта могут быть применены в разработках иных адсорбционно-аккумулирующих систем, в частности, газотопливных систем автомобилей, стационарных газовых хранилищ, систем хранения других технических газов;
- 3) полученные результаты исследования сорбционных, термодинамических, прочностных характеристик могут быть использованы в задачах адсорбционной очистки технических газов;
- 4) полученные результаты в области уплотнения адсорбентов путем формования могут быть применены для улучшения характеристик существующих адсорбентов и могут быть внедрены на предприятиях, использующих адсорбционные методы разделения и очистки газов.

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

Результаты проекта позволяют создавать мобильные адсорбционные газовые хранилища (МАГХ), которые могут быть использованы вместо дорогостоящей технологии прокладки газопроводов. Экономический эффект заключается в снижении капитальных вложений, а также в уменьшении энергозатрат, поскольку адсорбционный метод аккумуляции отличается энергосбережением по сравнению с обычными методами компримирования газа. Социальный эффект заключается в повышении уровня жизни населения РФ, поскольку использование МАГХ позволяет ускорить процесс газификации и обеспечит природным газом большее количество потребителей.

## 6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Коммерциализации результатов проекта возможна после выполнения всего проекта в целом. Коммерциализация заключается в производстве мобильных адсорбционных газовых хранилищ (МАГХ), которые должны заменить дорогостоящую технологию укладки газопроводов. По информации, представленной на официальном сайте ОАО "Газпром" затраты на газификацию в период с 2005 по 2013 год составили 214 млрд. рублей, при этом введено в эксплуатацию 1527 газопроводов протяженностью 22 тысячи км. Таким образом, затраты при газификации составляют около 10 млн. рублей на 1 км газопровода. При этом 10 млн. рублей достаточно для создания 5-10 штук МАГХ различной емкости. Окупаемость производства МАГХ заключается в снижении убытков при газификации путем отказа от укладки газопроводов.

## 7. Наличие соисполнителей

Соисполнитель - Общество с ограниченной ответственностью «ГЕОТ» (ООО "ГЕОТ"). В проекте Соисполнитель привлекается на все время выполнения проекта.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.  
Фрумкина Российской академии наук

Заместитель директора института по научной  
работе  
\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Андреев В.Н.  
\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

### Руководитель работ по проекту

Заведующий лабораторией  
\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Фомкин А.А.  
\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

М.П.