

Разработка научно-технических решений, направленных на создание эффективных энергоисточников на основе использования глубинной тепловой энергии недр

Работа проведена в 2016 г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 гг.» в период с 01 января 2016г. по 31 декабря 2016г.

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.577.21.0192 от 27 октября 2015г. (Этап 2)

Научный руководитель проекта: главный научный сотрудник НЦ «Износостойкость», д.т.н. Волков Александр Викторович.

Ответственный исполнитель: старший научный сотрудник НЦ «Износостойкость», к.т.н. Григорьев Сергей Владимирович.

1. Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

Повышение энергетической безопасности автономных потребителей тепловой и электрической энергии на основе создания энергоисточников с использованием петротермальной тепловой энергии недр Земли, функционирующих с высокой эффективностью на протяжении 25 лет и более.

2. Основные результаты ПНИЭР

В 2016 году в рамках 2 этапа в период с 01 января 2016г. по 31 декабря 2016г. выполнены следующие работы:

- разработана программа и методика проведения экспериментальных исследований процесса захолаживания околоскважинных пород недр Земли;
- изготовлен экспериментальный стенд по моделированию процесса захолаживания околоскважинных пород недр Земли;
- проведены экспериментальные исследования по моделированию процесса захолаживания околоскважинных пород недр Земли:
 - определена интенсивность изменения температуры массива различных пород недр около наружной поверхности односкважинной системы съема глубинной тепловой энергии недр Земли;
 - определен радиус температурного влияния односкважинной системы съема тепловой энергии недр в различных породах Земли;
 - определено влияние скорости движения теплоносителя на процесс захолаживания пород недр Земли;
 - определено влияние начальной температуры теплоносителя на интенсивность захолаживания различных типов пород недр Земли.
- сопоставлены результаты предварительных теоретических расчетов режимов работы односкважинной системы съема и транспортировки глубинной тепловой энергии недр Земли и результатов экспериментальных исследований;
- разработана программа и методика проведения экспериментальных исследований режимов работы односкважинной системы съема глубинной тепловой энергии недр Земли.
- разработана эскизная конструкторская документация макета протяженной односкважинной системы съема глубинной тепловой энергии недр Земли;
- разработана программа для ЭВМ для управления измерительным модулем экспериментального стенда по моделированию процесса захолаживания околоскважинных пород недр Земли;
- разработана программа для ЭВМ для управления системой автоматизации измерений макета протяженной односкважинной системы съема глубинной тепловой энергии недр Земли;
- принято участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию промежуточных и окончательных результатов ПНИЭР (конференции, семинары, симпозиумы, выставки и т.п., в том числе, международные);
- проведены работы по определению интенсивности изменения температуры массива различных

пород недр в различных частях зоны температурного влияния скважины с задействованием собственного научно-исследовательского оборудования Получателя субсидии.

При выполнении работ были получены следующие результаты:

Разработаны программа и методика проведения экспериментальных исследований процесса захолаживания околоскважинных пород недр. Изготовлен экспериментальный стенд по моделированию процесса захолаживания околоскважинных пород недр Земли, программная документация и программа для ЭВМ для управления измерительным модулем экспериментального стенда.

Проведены экспериментальные исследования по моделированию процесса захолаживания околоскважинных пород недр Земли при скоростях движения теплоносителя от 0,25 до 1,5 м/с. При отводе теплоты теплоносителем из окружающей модели пород недр с теплопроводностью, аналогичной натурным условиям, и при условии равенства температур теплоносителя и модели пород недр на входе в канал (30°C) получены значения температур стенки канала в фиксированных его сечениях при различных скоростях течения теплоносителя и значениях радиусов температурного влияния в диапазоне $0 \leq R \leq 120$ мм, т.е. в различные периоды времени. В частности, при $R = 120$ мм и скоростях теплоносителя в диапазоне 0,25÷1,5 м/с температурой стенки канала в сечении 8,75 м, где температура грунта за пределами радиуса влияния равна 73,75 °С, изменяется от 66,36 до 55,79 °С и при этом интервал времени варьируется в диапазоне 21÷15 минут, что в пересчете на натурные условия с учетом критерия Фурье и масштаба моделирования составляет 146÷104 суток.

Проведены работы по определению интенсивности изменения температуры массива различных пород недр в различных частях зоны температурного влияния скважины с задействованием собственного научно-исследовательского оборудования Получателя субсидии. Выявлено, что повышение скорости теплоносителя с 0,25 до 1,5 м/с приводит к возрастанию интенсивности изменения температуры массива пород недр до 2 раз.

Выполнено сопоставление результатов предварительных теоретических расчетов режимов работы односкважинной системы съема и транспортировки глубинной тепловой энергии недр Земли и результатов экспериментальных исследований.

Разработаны программа и методика проведения экспериментальных исследований режимов работы односкважинной системы съема глубинной тепловой энергии недр Земли, разработана эскизная конструкторская документация, программная документация и программа для ЭВМ для управления системой автоматизации измерений макета протяженной односкважинной системы съема глубинной тепловой энергии недр Земли.

Проведена популяризация промежуточных и заключительных результатов ПНИ на двух мероприятиях. Изготовлен выставочный макет односкважинной системы съема и транспортировки теплоты недр.

Принято участие в 8-ой международной школе–семинаре молодых ученых и специалистов (10–13 октября 2016г.); в V международном форуме ENES 2016 "Энергоэффективность и энергосбережение" 23–25 ноября 2016г.

Опубликовано 2 статьи, индексируемые в базе данных Scopus:

– On Possibility of Long-Term Use of Deep Heat of The Earth for Power-Supplying Autonomous Consumers" // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences № 7(6), 2016, с.496-504.

– Raising Efficiency of Petrothermal Source of Energy Through Using Heat Accumulators" // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences № 7(6), 2016, с.766-773.

Подана заявка в ФИПС на получение патента изобретения № 2016142290 от 27 октября 2016г. "Установка для определения темпов изменения температуры пород недр", РФ.

Полученные результаты полностью соответствуют техническим требованиям к выполняемому проекту.

3. Область применения результатов проекта

Область использования результатов ПНИ – теплоэнергетика и топливно-энергетический комплекс. Практические результаты выполненных исследований найдут широкое применение при тепло- и электроснабжении удаленных и обособленных потребителей. Результаты исследований будут востребованы проектными организациями для выполнения корректных расчетов при проектировании источников тепло- и электроснабжения на основе использования глубинной теплоты недр Земли, а также эксплуатирующими и энергоснабжающими компаниями при проведении технико-экономической оценки и определении инвестиционной привлекательности перспектив использования такого рода энергоисточников.

4. Оценка перспектив продолжения работ по проекту

Результаты работ, полученные на втором этапе выполнения Соглашения, полностью соответствуют требованиям Технического задания и плана-графика исполнения обязательств и дают основание полагать, что продолжение работы позволит выполнить все поставленные задачи.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчётном этапе исполненными надлежащим образом.