**Выполнение работ в рамках проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 27 октября 2015г. № 14.579.21.0115 по теме:**

**«Разработка "активных", с управляемым теплосъемом/теплоотдачей, термоскважин для геотермальных теплонасосных систем теплохладоснабжения»**

**Этап №3/ итоговый в период с 01 января 2017 по 31 декабря 2017г.**

На Этапе №3 «Проведение экспериментальных исследований, обобщение и оценка результатов исследований» в соответствии с Планом-графиком:

разработаны наиболее эффективные конструкции вертикальных грунтовых теплообменников с возможностью управления процессами теплообмена и их интенсификации, а также многопозиционные распределительные камеры (коллекторные колодцы) для таких теплообменников, в совокупности образующие систему сбора низкопотенциального тепла грунта в составе геотермальных теплонасосных систем теплохладоснабжения. Основные характеристики полученных результатов (в целом или отдельных элементов) созданной научно-технической, инновационной продукции. В результате проведённых испытаний разработанных в рамках настоящей темы "активных" термоскважин получены значения удельного теплосъёма, более чем на 50% превышающие аналогичные характеристики обычных, наиболее распространённых конструкций термоскважин. В режиме сброса тепла в грунт увеличение эффективности за счёт применения разработанных решений составило более 35%. При этом результаты численных экспериментов показывают теоретическую возможность достижения и более высоких показателей при использовании разработки в маловлажных грунтах. Кроме того, в результате проведённых работ обеспечена 100 %-я локализация в России производства основных узлов и деталей разработанной продукции и значительно, в 1,7 - 2 раза, снижена стоимость изделий по сравнению с зарубежными аналогами. Оценка элементов новизны. Теоретические и экспериментальные исследования, проведённые в рамках ПНИЭР, подтвердили правильность выбранной научной концепции повышения эффективности термоскважин геотермальных теплонасосных систем теплохладоснабжения за счёт «активного» управления интенсивностью их теплосъёма/теплоотдачи. Управление теплопроизводительностью «активных» термоскважин фактически открывает возможности для интенсификации теплообменных процессов в грунте в периоды пиковых нагрузок на ГТСТ как в режиме потребления тепла из грунта (ГТСТ работает в режиме теплоснабжения), так и в режиме сброса тепла (ГТСТ работает в режиме холодоснабжения).

Важным результатом проведённых прикладных научных исследований явились полученные при численном моделировании новые научные данные:

- о влиянии конструктивных особенностей термоскважин на интенсивность теплообмена с окружающим грунтовым массивом;

- об эксплуатационных характеристиках группы термоскважин в режиме теплоотдачи с оценкой взаимного теплового влияния для разных значений расстояния между термоскважинами;

- об эксплуатационных характеристиках группы горизонтальных грунтовых теплообменников в режиме теплоотдачи с оценкой их взаимного теплового влияния; - о влиянии конструктивных особенностей термоскважин на интенсивность извлечения тепловой энергии из грунта;

- об эксплуатационных характеристиках группы термоскважин в режиме теплосъёма с оценкой взаимного теплового влияния для разных значений расстояния между термоскважинами.

Среди полученных результатов исследований, соответствующих современному мировому уровню, необходимо выделить новые данные по возможности управления интенсивностью теплосъёма/теплоотдачи термоскважин за счёт воздействия на тепловлажностный режим и изменения теплофизических характеристик окружающего грунтового массива, в том числе данные:

- о влиянии изменения влажности грунта на интенсивность извлечения тепловой энергии из грунта;

- о влиянии изменения влажности грунта на интенсивность сброса тепловой энергии в грунт.

Также важной составляющей полученных результатов исследований являются новые научные данные о влияния изменения расстояния между трубками в двойной U-образной конструкции на интенсивность извлечения и сброса тепловой энергии в грунт. Очень важным результатом проведённых исследований явилась натурная экспериментальная оценка разработанных технических решений по управлению тепловлажностным режимом грунта в непосредственной близости от термоскважины и интенсификации теплообменных процессов, проходящих в нём. Дополнительным подтверждение высокого научно-технического уровня и новизны результатов ПНИЭР являются 5 поданных заявок на Патенты РФ. Важной составляющей полученных результатов является экономическая эффективность разработанных активных термоскважин и многопозиционных распределительных камер. Испытания показали, что они полностью соответствуют современному мировому уровню, но за счёт локализации производства продукция, разработанная в рамках ПНИЭР и выпуск которой осваивается Индустриальным партнёром проекта, существенно дешевле. Подтверждение соответствия полученных результатов требованиям технического задания: полученные результаты созданной научно-технической продукции полностью соответствуют требованиям технического задания. Сопоставление с результатами аналогичных работ, определяющих мировой уровень. Настоящая работа посвящена изучению возможности повышения эффективности грунтовых теплообменников, входящих в состав геотермальных теплонасосных систем, за счёт воздействия на влажностный режим прилегающих слоёв грунта. Для сравнения полученных в процессе работы результатов с современным научно-техническим уровнем проведён анализ научной литературы и статей по данной теме, опубликованных за последние несколько лет в рецензируемых научных изданиях. В отчёте приведён анализ порядка 20 литературных источников. В результате выявлен значительный интерес к рассматриваемой тематике, причём зарубежными исследователями предлагаются весьма различные подходы к решению проблемы повышения эффективности грунтовых теплообменников. Но при этом большинство из предлагаемых в рассматриваемых работах подходов в той или иной мере перекликаются с целями и подходами, реализованными в ходе настоящих ПНИЭР. В зависимости от предлагаемых зарубежными авторами решений их эффективность варьируется от 7%, достигаемых за счёт внутреннего оребрения полимерных труб, и до 55% при помещении термоскважин в геологические пласты с активным потоком грунтовых вод. Важно отметить, что значительная часть из представленных публикаций содержит результаты только теоретических исследований, также представлено множество лабораторных исследований. Натурные исследования составляют лишь незначительную часть от общего материала. Проведённые в рамках настоящих ПНИЭР исследования содержат как теоретические и численные обоснования результатов, так и данные по фактическим испытаниям экспериментальных образцов разработанных устройств, причём рост удельного теплосъёма более чем на 50% был продемонстрирован именно как результат натурных, а не лабораторных, испытаний. Полученные в ходе ПНИЭР результаты с одной стороны, находятся количественно на уровне наилучших мировых достижений, а с другой стороны имеют высокую степень достоверности, поскольку получены в натурных условиях.