



Исследования
и разработки
Москва 2016

Приоритетное направление:
**Энергоэффективность,
энергосбережение и ядерная
энергетика**

Программное мероприятие:
**1.3. Проведение прикладных
научных исследований и разрабо-
ток, направленных на создание
продукции и технологий**

Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы»

Соглашение № 14.607.21.0036 от 05 июня 2014 г. на период 2014 - 2016 гг.

Тема: Проведение исследований в обоснование технических решений для производства высокоэффективных солнечных водонагревательных установок из современных композиционных материалов

Руководитель проекта: зав. лабораторией, к.т.н. Фрид С.Е.

Получатель субсидии

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН)

Индустриальный партнер

ООО «Термостар»

Сфера деятельности – производство сантехнических изделий из полимерных композиционных материалов.

Роль в проекте: изготовление макетов, пресс-форм и приспособлений, экспериментальных образцов СВУ; финансовая поддержка выполнения работ (ВБС).

Цели и задачи проекта

Цель проекта – подготовка к организации серийного производства солнечных водонагревательных установок (СВУ) минимальной стоимости, имеющих приемлемые теплотехнические параметры, и в конечном итоге расширение гелиотехнического рынка России.

- Задачи проекта:
1. Разработка и оптимизация конструкции СВУ из полимерных композиционных материалов.
 2. Изготовление и экспериментальное исследование экспериментальных образцов СВУ.
 3. Выработка и обоснование технических решений и предварительного ТЭО для обеспечения подготовки организации серийного производства таких установок.

Перспективы практического использования

Проект формирует научно-технический задел для освоения современного высокотехнологичного и высокопроизводительного производства СВУ объемом 5000 штук в год в первые два года выпуска и 10000 штук в последующие годы на производственной базе Индустриального партнера.

Объем выпуска впоследствии может быть увеличен за счет передачи технологии заинтересованным предприятиям и организации у них аналогичного производства.

На отечественном гелиотехническом рынке формируется и осваивается новая рыночная ниша индивидуальных СВУ из теплостойких полимерных композитов с себестоимостью продукции на уровне не более 50% от себестоимости аналогов, т.е. 100...140 евро за 1 м².

Ожидаемые результаты проекта

Создание экспериментальных образцов СВУ на основе пригодных для серийного производства технических решений. СВУ должна вырабатывать в средней полосе России в теплый период года до 150 л воды в сутки с температурой не ниже 40°C, обеспечивая существенный выигрыш по стоимости и материалоемкости по сравнению с установками из традиционных материалов.

Научно-технические результаты: 1. Разработка математических моделей (численных и упрощенных) СВУ аккумуляционного типа, результаты моделирования их работы и оптимизации параметров; 2. Оптимизация конструкции, определение рациональных режимов эксплуатации СВУ; 3. Сравнительный анализ эффективности селективных покрытий в аккумуляционной СВУ; 4. Создание высокотеплопроводного композиционного материала.

Текущие результаты проекта

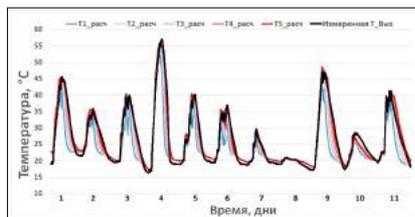


Экспериментальные образцы СВУ



Профили температур в условиях тепловых испытаний

Пресс-форма для изготовления корпуса СВУ в прессе



Проект включает в себя расчетные, технологические и экспериментальные исследования.

1. Для исследования течения воды и теплообмена в баке СВУ и оптимизации ее параметров разработана численная модель установки. Модель верифицировалась путем сравнения результатов моделирования с трехмерными расчетами и экспериментом. Отличия максимальных расчетных температур от эксперимента не превышали 5°C.
2. Расчет показал, что при работе СВУ в ясные летние дни в средней полосе России оптимальное соотношение дневной нагрузки и площади приемной поверхности СВУ составляет 130...150 л/м². Емкость бака-аккумулятора, график нагрузки и форма бака на производительность СВУ влияют слабо. Для обеспечения эффективной теплоизоляции тыльной и боковых стенок достаточно слоя теплоизоляционного материала толщиной 35...40 мм.
3. Изучение картины конвекции позволило предложить упрощенную модель СВУ, результаты расчета по которой хорошо согласуются с результатами численного моделирования. Упрощенная модель СВУ была положена в основу методики тепловых испытаний установки. Полученные в результате испытаний значения теплотехнических параметров СВУ согласуются с расчетными оценками.
4. Технологические исследования содержали в себе прочностной расчет установки, показавший, что использование плоской поглощающей панели не возможно.
5. Произведен подбор материалов поглощающей панели и корпуса СВУ. Предполагавшийся на начальном этапе в качестве материала корпуса SMS-композит из-за недостаточной гидротехнической стойкости был заменен на стекломатериал Unifilo/Uniconform, а технология горячего прессования – на технологию Wet Molding.
6. Разработаны и изготовлены пресс-форма для изготовления корпуса СВУ и штамп для изготовления поглощающей панели, приспособления для сборки СВУ.
7. Экспериментальные образцы СВУ были подвергнуты испытаниям на механическую и термическую прочность, а также ускоренным климатическим ресурсным испытаниям и испытаниям на градостойкость. Испытания показали, что разработанные технические решения создать работоспособную в условиях эксплуатации СВУ позволяют.
8. Разработан и изготовлен анизотропный высокотеплопроводный композит на базе комбинированной углестеклоткани с коэффициентом теплопроводности 2 Вт/мК.
9. Разработаны проект технических требований, предложения на производство СВУ с учетом возможностей индустриального партнера и технологические карты процесса изготовления СВУ.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 5 июня 2014 г. № 14.607.21.0036 по теме «Проведение исследований в обоснование технических решений для производства высокоэффективных солнечных водонагревательных установок из современных композиционных материалов» с Минобрнауки России в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 5 в период с 1 июля 2016 г. по 31 декабря 2016 г. выполнены следующие работы:

- проведены натурные теплотехнические испытания экспериментального образца солнечной водонагревательной установки (СВУ);
- результаты испытаний сопоставлены с результатами имитационного моделирования, определены рекомендуемые режимы эксплуатации СВУ;
- выполнены обобщение и оценка результатов разработки технологий изготовления и испытаний экспериментального образца СВУ;
- разработан проект технических требований к производству СВУ;
- разработаны предложения и предварительное ТЭО на разработку и производство СВУ с учетом технологических возможностей и особенностей промышленного партнера;
- разработаны технологические карты процесса изготовления экспериментального образца СВУ.

При этом были получены следующие результаты:

Проект включает в себя расчетные, технологические и экспериментальные исследования. Разработана двумерная численная модель установки. Задача решается в приближении Буссинеска, дискретизация выполняется с использованием программного комплекса ANES. Отличия расчетных температур от эксперимента не превысили 5°C. В ясные летние дни в средней полосе России оптимальное соотношение дневной нагрузки и площади приёмной поверхности СВУ составляет 130...150 л/м². Ёмкость бака, его форма и график нагрузки на производительность СВУ влияют слабо. Для обеспечения эффективной теплоизоляции достаточно слоя изоляционного материала в 35...40 мм. Изучение картины конвекции в баке СВУ подтвердило правомерность использования при его моделировании зонной модели и позволило предложить упрощённую модель установки и разработать программу и методику теплотехнических испытаний СВУ.

Технологические исследования показали, что использование плоской поглощающей панели в СВУ невозможно. Предполагавшийся на начальном этапе в качестве материала корпуса SMC-композит из-за недостаточной гидролитической стойкости был заменен на стекломатериал Uniconform, была изменена и технология изготовления корпуса. Разработан и изготовлен анизотропный высокотеплопроводный композит на базе углестеклоткани с коэффициентом теплопроводности в направлении углеродных волокон 1,9 Вт/мК. Разработаны и изготовлены пресс-форма и штамп для изготовления корпуса СВУ и поглощающей панели, кондукторы для приклеивания поглощающей панели к корпусу, приспособление для заполнения корпуса СВУ теплоизоляцией. Экспери-

ментальные образцы СВУ были подвергнуты испытаниям на механическую и термическую прочность, а также ускоренным климатическим ресурсным испытаниям и испытаниям на градостойкость, показавшим, что применённые технические решения создать работоспособную в условиях эксплуатации СВУ позволяют.

На завершающем этапе ПНИ проведены натурные теплотехнические испытания экспериментального образца СВУ; выполнено сопоставление результатов испытаний с результатами имитационного моделирования, определены рекомендуемые режимы эксплуатации СВУ; выполнено обобщение и оценка результатов разработки технологий изготовления и испытаний экспериментального образца СВУ; разработан проект технических требований к производству СВУ; разработаны предложения и предварительное ТЭО на разработку и производство СВУ с учётом технологических возможностей и особенностей индустриального партнера; разработаны технологические карты процесса изготовления экспериментального образца СВУ.

Конечный продукт проекта – экспериментальные образцы СВУ, изготовленные на основе пригодных для серийного производства технических решений. Созданная СВУ должна вырабатывать в климатических условиях средней полосы России в теплый период года до 120 л воды в сутки с температурой не ниже 40°C. Установка состоит всего из трёх деталей (остекления, поглощающей панели и совмещённого со стенкой бака корпуса), которые склеиваются при сборке, и теплоизоляции из вспениваемого материала. Конструкция позволяет снизить себестоимость продукции благодаря повышению технологичности производства. В мировой практике применение полимеров ограничивается термопластичными материалами.

Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках проекта: полезная модель, патент № 164878 от 01.09.2016 «Солнечный коллектор»; свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2017613031 от 07.03.2017 «Программа расчета теплогидравлических параметров СВУ емкостного типа на основе нестационарной экспериментальной методики»; Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017613353 от 16.03.2017 «Программа расчета производительности СВУ аккумуляционного типа в различных климатических условиях».

Состав выполненных работ удовлетворяет условиям Соглашения о предоставлении субсидии, в том числе Техническому заданию и Плану-графику исполнения обязательств. Результаты выполненных работ соответствуют требованиям Технического задания и нормативной документации.

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