

Разработка новой теплоизоляционной конструкции для защиты оборудования, эксплуатирующегося при температурах до 700 С

Работа проведена в 2015г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 г.г.» в период с 01 января 2015г. по 30 июня 2015г.

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.577.21.0119 от 20 октября 2014г. (Этап 2)

Научный руководитель проекта: старший научный сотрудник НЦ «Износостойкость», к.т.н. Рыженков Артём Вячеславович.

Ответственный исполнитель: старший научный сотрудник НЦ «Износостойкость», к.т.н. Логинова Наталья Арамовна.

1. Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

1.1 Разработка многослойной теплоизоляционной конструкции на основе микросфер, способной сохранять свои рабочие характеристики до температуры 700 °С, а также технологических основ, экспериментального и лабораторного оборудования для ее создания.

1.2 Разработка экспериментального стенда по измерению теплофизических свойств теплоизоляции.

1.3 Разработка мероприятий по продвижению и внедрению результатов ПНИ в реальном секторе экономики.

2. Основные результаты ПНИ

В 2015 году в рамках 2 этапа:

- 1) Разработана техническая документация на экспериментальный стенд по измерению теплофизических свойств теплоизоляции. В комплект технической документации входят:
 - эскизная конструкторская документация на экспериментальный стенд по измерению теплофизических свойств теплоизоляции;
 - рабочая конструкторская документация на сборочные единицы;
 - спецификация.
- 2) Разработана программа и методики испытаний программного обеспечения для экспериментального стенда по измерению теплофизических свойств теплоизоляции, включающие испытания основных функций программного обеспечения, проверку соответствия требованиям надежности и необходимым условиям эксплуатации, проверку программной документации на соответствие установленной комплектности, и оценка её качества.
- 3) Изготовлены экспериментальные образцы многослойной теплоизоляционной конструкции (МТК) для исследовательских испытаний механических характеристик в количестве 126 штук, в т.ч. для определения работоспособности в температурном диапазоне от 0°С до 700°С – 20 штук; адгезии к металлической подложке – 10 штук; предела прочности при сжатии при 10%-й деформации – 10 штук; предела прочности на изгиб – 10 штук; термовлагодостойкости – 30 штук; вибропрочности – 10 штук; поропроницаемости – 6 штук; сплошности и равномерности теплоизолирующих слоев – 30 штук.
- 4) Разработана программа и методики исследовательских испытаний механических характеристик экспериментальных образцов многослойной теплоизоляционной конструкции на основе микросфер, включающие алгоритм проведения исследовательских испытаний следующих параметров: определения работоспособности в температурном диапазоне от 0°С до 700°С; предела прочности при сжатии при 10%-й деформации; предела прочности на изгиб; термовлагодостойкости; вибропрочности; поропроницаемости; сплошности и равномерности теплоизолирующих слоев

5) Проведены исследовательские испытания механических характеристик экспериментальных образцов МТК на основе микросфер: серии 8.3 со связующим АФС В и серии 9.3 со связующим АФС Б.

Экспериментальные образцы МТК серии 8.3 со связующим АФС В полностью соответствуют требованиям Технического задания, а именно:

- сохраняют работоспособность в температурном диапазоне от 0°С до 700°С;
- обладают адгезией к металлической подложке, выполненной из алюминия методом ионно-плазменного напыления в вакуумной камере не менее 1,4 МПа;
- среднее значение прочности при сжатии при 10% деформации σ_{10} составляет 0,96 МПа, что на 92% больше, чем минимально допустимое значение $[\sigma_{10}] = 0,5$ МПа.
- среднее значение прочности при изгибе выше минимально допустимого значения в 3,3 раза, и составляет 0,99 МПа;
- выдерживают не менее 50 циклов испытаний на термовлагодостойкость, без образования вздутий, впадин, трещин, сохраняют стабильность линейных размеров;
- выдерживают воздействие вибрации при частоте 100 Гц и амплитуде перемещения 0,5 мм без изменений структуры, разрушений и потерь массы;
- проницаемость по отношению к водяному пару, углекислому газу и кислороду не превышает $1000 \text{ (см}^3/\text{м}^2\text{)}(24 \text{ ч} \cdot \text{бар}^{-1}\text{)}$;
- характеризуются сплошностью и равномерностью теплоизолирующих слоев.

Результаты исследовательских испытаний экспериментальных образцов МТК серии 8.3 на основе АФС В свидетельствуют о целесообразности их использования на последующих этапах работ.

6) Закуплены комплектующие для экспериментального стенда по измерению теплофизических свойств различных типов теплоизоляционных материалов и конструкций, в том числе: монтажная стоечная модульная система, которая позволит смонтировать измерительное оборудование и устройства автоматизации; комплектующие для рабочего места оператора; электрические нагреватели, для подвода теплоты к экспериментальным образцам теплоизоляционной конструкции; система высокотемпературных испытаний, позволяющая определять прочностные характеристики образцов при температурах до 800°С; дилатометр, который позволит определять температурный коэффициент линейного расширения при температурах до 800°С; оптическое изделие Optacon 175/10 для съемки процесса проведения экспериментального исследования.

7) Разработано и изготовлено программное обеспечение экспериментального стенда по измерению теплофизических свойств теплоизоляции, обеспечивающее непрерывный сбор данных с датчиков температуры; позволяющее определять средние температуры по сторонам поверхности экспериментальных образцов теплоизоляционной конструкции и охранного кольца, среднего коэффициента теплопроводности образца теплоизоляционного материала расчетным способом для метода трубы и метода пластины; формирование файла записи эксперимента, который включает все измеренные и зарегистрированные параметры экспериментального исследований.

8) Арендованы исследовательские лаборатории и лабораторное оборудование для проведения исследовательских испытаний экспериментальных образцов многослойной теплоизоляционной конструкции на основе микросфер на вибропрочность; прочность при сжатии при 10% деформации; прочность на изгиб.

9) Проведено обеспечение работ этапа за счет амортизационных отчислений используемого Исполнителем оборудования, экспериментальных установок и стендов, находящегося на балансе Исполнителя, в т.ч. технологического комплекса для производства в промышленных и натуральных условиях высокоэффективных теплоизоляционных покрытий нового поколения на трубопроводах и оборудовании систем теплоснабжения, компрессора стационарного электрического винтового AR-1808, Фурье спектрометра VERTEX 70, узла дозирования твердых реагентов в жидкие среды,

атомно-силового микроскопа широкого профиля сканирования для настольного нанотвердомера NHT2-TTX CSM Instruments, настольного нанотвердомера NHT-T-AE-000, пресса электрогидравлического для запрессовки образцов смолы марки SIMPLIMET 1000, 300, станка шлифовально-полировального полуавтоматического BETA/1,289, холодильной водоохлаждающей установки ВМТ-94.

10) Принято участие в информационных мероприятиях с представлением результатов и презентаций работ по настоящему соглашению (как минимум в одном мероприятии):

- 10-ой Международной выставке вакуумной техники, материалов и технологий «ВакуумТехЭкспо 2015»;
- Московском международном салоне образования 2015.



Полученные результаты полностью соответствуют техническим требованиям к выполняемому проекту.

3. Область применения результатов ПНИ

Разрабатываемые теплоизоляционные конструкции могут быть успешно применены в энергетике, металлургии, химической промышленности, авиастроении, обороной промышленности и других отраслях, где используется высокотемпературное оборудование. Внедрение предлагаемых технологий может дать импульс развития строительной промышленности в сфере производства новых видов теплоизоляционных конструкций, замещающих волокнистые и асбоцементные конструкции.

Экспериментальный стенд по измерению теплофизических свойств теплоизоляции может быть использован в образовательных целях, а также в дальнейших научных исследованиях теплофизических свойств материалов для нужд различных отраслей промышленности.

4. Оценка перспектив продолжения работ по проекту.

Результаты, полученные на втором этапе выполнения Соглашения, дают основание полагать, что продолжение работы позволит выполнить все поставленные задачи и результаты ПНИ найдут широкое применение в промышленности.