

**Соглашение о предоставлении субсидии № 14.577.21.0213 от 29 сентября 2016 г. Тема проекта: Разработка и экспериментальная апробация научно-технических решений по созданию транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.**

В ходе проведения прикладных научных исследований и экспериментальных разработок на этапе 2 по соглашению о предоставлении субсидии от «29» сентября 2016 г. № 14.577.21.0213 по теме «Разработка и экспериментальная апробация научно-технических решений по созданию транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя» получены следующие научно-технические результаты:

1. За счет внебюджетных средств, привлеченных Индустриальным партнером, изготовлена оснастка для проведения экспериментальных исследований базового двигателя в соответствии с разработанной эскизной конструкторской документацией 0213.441431.251.

В состав оснастки для проведения экспериментальных исследований базового двигателя входят:

- рама установки двигателя в испытательном боксе;
- рама установки элементов макета энергоустановки
- кронштейнов крепления двигателя с подушками двигателя;
- кронштейна крепления коробки передач с подушкой;
- узел сцепления в сборе;
- карданного вала передачи крутящего момента на нагрузочный стенд;
- переходные элементы для подключения системы топливоподдачи и системы охлаждения;
- переходной фланец с сильфоном системы выпуска;
- защитного кожуха вращающихся частей.

2. За счет внебюджетных средств, привлеченных Индустриальным партнером, проведены экспериментальные исследования по определению рабочих параметров базового двигателя.

В ходе проведения испытаний была получена внешняя скоростная характеристика базового двигателя, в том числе определена мощность, крутящий момент, расход топлива и удельный эффективный расход топлива.

3. Разработана программа и методики экспериментального определения рабочих параметров разрабатываемого макета на базовом двигателе.

Целью испытаний было исследование рабочих параметров разрабатываемого макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя на выбранном базовом двигателе и путей достижения значений, установленных требованиями технического задания.

4. За счет внебюджетных средств, привлеченных Индустриальным партнером, проведены экспериментальные исследования по определению рабочих параметров разрабатываемого макета на базовом двигателе.

В ходе проведения испытаний макета на базовом двигателе согласно расчетным данным по давлению наддува с использованием оснастки и исследовательского агрегата наддува была получена характеристика разрабатываемого макета на базовом двигателе, получена внешняя скоростная характеристика разрабатываемого макета на базовом двигателе, в том числе определена мощность, крутящий момент, расход топлива и удельный эффективный расход топлива.

5. Проведены расчетные исследования с целью получения данных для разработки конструкции макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.

В ходе проведения расчетных исследований на основании полученных результатов испытаний были получены данные по геометрическим параметрам турбокомпрессора, на основании которых для макета энергоустановки был выбран ТКР50.03.01.

6. За счет внебюджетных средств, привлеченных Индустриальным партнером, разработаны технические требования на систему управления

макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.

Технические требования на СУ макета ЭУКТД предъявляют:

- общие требования к СУ;
- требования к Состав СУ;
- требования к безопасности СУ;
- эксплуатационные требования к СУ;
- требования технологичности СУ;
- требования к средствам измерений, применяемых в СУ;
- требования к компоновке СУ;
- требования к программному обеспечению СУ;
- требования к документации;
- требования к структуре и функциональному назначению программного обеспечения;
- требования к функциям программного обеспечения;
- требования к влиянию искажающих воздействий;
- требования к защите программного обеспечения и данных;
- требования к обновлению программного обеспечения;
- требования к хранению данных и их передаче через сети коммуникации;
- требования к номенклатуре параметров, к точности их определения и точности воспроизведения внешних условий;
- требования безопасности при подготовке объекта испытаний к испытаниям;
- требования безопасности при проведении испытаний;
- требования устойчивости к внешним воздействиям;
- требования к эксплуатации, удобству технического обслуживания и ремонта;
- требования к условиям эксплуатации;

- требования по ремонтпригодности;
- требования к плановому техническому обслуживанию.

7. Выбраны аппаратные средства системы управления, выполнено его обоснование и произведена коммутация системы управления с макетом транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.

Выбранные аппаратные средства позволяют в полной мере реализовать алгоритмы управления СУ макета ЭУКТД. Возможность гибко подключать и конфигурировать датчики и исполнительные устройства позволила обойтись без конструирования дополнительных устройств сопряжения и обеспечения электромагнитной совместимости. Необходимые соединения датчиков макета и исполнительных устройств осуществляются непосредственно к модулям ввода-вывода системы управления.

8. За счет внебюджетных средств, привлеченных Индустриальным партнером, разработана система управления макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.

Система управления макета ЭУКТД предназначен для автоматического и ручного управления режимами наддува. Макет содержит датчики температуры и давления, блок управления ДВС, исполнительные механизмы, систему управления макета.

В состав СУ входят следующие блоки:

- измерительная часть;
- блок преобразования и обработки измеряемых параметров;
- блок управления исполнительными устройствами СУ;
- система питания СУ;
- силовые и сигнальные шины и кабели, конструкционные элементы.

9. Разработана электронная модель макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.

В состав электронной модели макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя входят :

- двигатель внутреннего сгорания (с системой смазки);
- система наддува;
- система охлаждения наддувочного воздуха;
- система охлаждения;
- система топливоподачи.

10. Разработана эскизная конструкторская документация на макет транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.

В состав эскизной конструкторской документации на макет транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя 0213.451551.010 входят:

- схема комбинированная принципиальная макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя 0213.381725.001 С3;

- схема комбинированная соединений макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя 0213.451551.010 С4;

- чертеж общего вида макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя 0213.451551.010 ВО;

- сборочный чертеж макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя 0213.451551.010 СБ;

- чертежи деталей макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.

11. Изготовлен макет транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.

Изготовление макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя проводилось в строгом соответствии с эскизной конструкторской документацией 0213.451551.010.

Макет транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя состоит из:

- двигателя внутреннего сгорания;
- системы наддува;
- системы охлаждения наддувочного воздуха;
- системы охлаждения;
- системы топливоподачи;
- система смазки;
- системы управления.

12. Разработана Программа и методика отладки системы управления макета транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя.

Целью разработанной Программы и методик является отладка СУ ЭУКТД и оценка работоспособности основных алгоритмов работы программного обеспечения СУ.

Разработанная Программа и методики испытаний содержат следующие разделы:

- общие положения;
- общие требования к условиям, обеспечению и проведению испытаний;
- требования безопасности;
- программа испытаний;
- режимы испытаний;
- методы испытаний;
- отчетность.

Полученные научно-технические результаты отражены в докладах «Повышение эффективности систем турбонаддува» и «Системы комбинированного наддува» международной научно - практической конференции «Новые технологии в промышленности, науке и образовании», и международной научно - практической конференции «Моделирование и анализ сложных технических и технологических систем».

Так же полученные научно-технические результаты отражены в статьях Khripach, N. A., Neverov, V. A., Papkin, B. A., Shustrov, F. A., & Tatarnikov, A. P. (2017). Analysis of the influence of modern combined super charging systems on the performance characteristics of internal combustion engines. *Pollution Research*, 36(3), 657-666 и Tatarnikov, A. P., Lezhnev, L. Yu., Petrichenko, D. A., Korotkov, V. S., & Stukolkin, R. V. (2017). Alternative methods of turbocharger efficiency improvement. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(12), 966–974, которые опубликованы в 2017 году в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus.

В рамках работ по этапу 2 подана заявка № 2017146814 от 28.12.2017 г. на полезную модель «Система наддува для двигателя внутреннего сгорания», РФ.

Таким образом, задачи второго этапа прикладных научных исследований и экспериментальных разработок решены в полном объёме.

Прикладные научные исследования и экспериментальные разработки на этапе 2 по теме «Разработка и экспериментальная апробация научно-технических решений по созданию транспортной энергоустановки на базе комбинированного теплового двигателя» по соглашению о предоставлении субсидии от «29» сентября 2014 г. № 14.577.21.0213 соответствуют техническому заданию, плану-графику исполнения обязательств и выполнены в полном объеме и в установленные сроки.