**Информация по Соглашению о предоставлении субсидии от 27 октября 2015 г №14.578.21.0131**

**Первый этап**

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 27 октября 2015 г №14.578.21.0131 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 № 1 в период с 27.10.2015 по 31.12.2015 выполнялись следующие работы:

1. Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему разработки комплекса технологий ремонта и восстановления функциональных характеристик ответственных деталей газотурбинных двигателей (ГТД) и энергетических установок исследуемую в рамках прикладной научно-исследовательской работы.

2. Обоснование направления исследований, в том числе:

* патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р15.011-96;
* сравнительная оценка эффективности возможных направлений исследований;
* разработаны варианты возможных решений задачи, выбран и обоснован вариант решения задачи.

3. Разработана методика оценки неопределенностей координатных измерений.

4. Разработан метод формирования лазерным воздействием структур материалов деталей газотурбинных двигателей и энергетических установок с повышением эксплуатационных свойств.

5. Обоснования перечня деталей и сборочных единиц двигательных установок для проведения теоретических работ по тематике разработки комплекса технологий ремонта и восстановления функциональных характеристик ответственных деталей газотурбинных двигателей и энергетических установок (за счёт внебюджетных средств).

6. Исследование состояния деталей узла бывшего в эксплуатации газотурбинного двигателя с целью выбора объектов для исследований по разработке технологии ремонта и восстановления функциональных характеристик ответственных деталей газотурбинных двигателей и энергетических установок (за счёт внебюджетных средств).

При этом получены следующие результаты:

1. Проведенный аналитический обзор позволяет сделать следующие выводы:

* газотурбинные двигатели и энергетические установки имеют высокую стоимость, поэтому целесообразна разработка технологий ремонта и восстановления функциональных характеристик ответственных деталей, обеспечивающих снижение затрат;
* высокие требования к точности геометрических параметров деталей и сборочных единиц изделий в совокупности со сложным характером геометрических отклонений отдельных деталей обуславливают необходимость измерений, анализа, накопления и синтеза размерно-точностных параметров деталей и сборочных единиц;
* высокие требования к свойствам материалов и качеству поверхностного слоя определяют специфические условия к реализации технологий восстановления изношенных и поврежденных деталей газотурбинных двигателей.

2. Сформулирован перечень перспективных путей проведения разработок и исследований, которые целесообразно развивать для повышения эффективности решения задачи ремонта и восстановления функциональных характеристик ответственных деталей газотурбинных двигателей и энергетических установок.

3. Разработана методика оценки неопределенностей координатных измерений, основанная на использовании «параметров подобия». Научная новизна методики состоит в прогнозировании неопределённостей измерений с использованием «параметров подобия» и нейросетевых моделей, что не было предложено ранее.

4. Разработан и апробирован алгоритм оценки диаметра маложёстких колец. Научная новизна предложенного алгоритма состоит в вычислении заменяющего диаметра цилиндрической поверхности посредством частичного воспроизведения сопряжения, заключающегося в условном «распрямлении» маложёсткого кольца на ответной жёсткой цилиндрической поверхности. Условное «распрямление» достигается описанием измеренной поверхности кольца с использованием геометрических моделей «эллипс», «овал Кассини» и последующим расчётом их длины, что не было предложено ранее.

5. Разработан метод формирования лазерным воздействием структур материалов деталей газотурбинных двигателей и энергетических установок с повышением эксплуатационных свойств. Научная новизна разработанного метода заключается в том, что форма лазерного пятна и распределение плотности мощности излучения рассматриваются в качестве основных параметров режима обработки, выбор параметров лазерного источника и разработка технологических оптических систем проводится в соответствии с результатами решения обратной задачи теплопроводности, что не предлагалось ранее.

6. Проведены предварительные исследования по выбору режимов лазерной обработки детали рабочее кольцо статора компрессора высокого давления ГТД. Выполнены испытания на совместную деформацию покрытия и основы, а также определение прирабатываемости покрытия АНБ+НА67 при врезании контртела. Определено, что применение лазерной обработки подслоя предоставляет возможность увеличить угол изгиба в отсутствие образования трещин и отслоения покрытий. Это свидетельствует о более высокой прочности данного вида покрытий. Результаты испытаний на врезание покрытий, полученных с использованием лазерной обработки подслоя: хорошая прирабатываемость; нормальная выработка; отсутствие сколов слоя; отсутствие значительного разогрева лопаток колеса.

7. Проведён выбор и обоснование перечня деталей и сборочных единиц двигательных установок для проведения теоретических работ по тематике разработки комплекса технологий ремонта и восстановления функциональных характеристик ответственных деталей газотурбинных двигателей и энергетических установок.

8. В ОАО «Металлист-Самара» проведен анализ проявляющихся дефектов авиационного ГТД. Выполнен анализ дефектов, выявленных при эквивалентных циклических испытаниях и в эксплуатации трёхвального двухконтурного турбореактивного двигателя с форсажной камерой.

Проведённые работы и полученные результаты соответствуют требованиям технического задания и выполнены в полном объеме.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчётном этапе №1 исполненными надлежащим образом.