В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 01.08.2014 г. № 14.593.21.0003 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 01.08.2014 г. по 31.12.2014 г. выполнялись следующие работы:

Проведены мероприятия по заказу и приобретению технологической установки послойного выращивания деталей авиационной техники методом селективного лазерного спекания (СЛС) с возможностью использования порошковых композиций отечественного производства. Выполнены работы по проведению открытого аукциона в электронной форме на электронной торговой площадке Сбербанк – АСТ. Был объявлен открытый аукцион в электронной форме, извещение №ЭА 67/14, (дата проведения аукциона 20 октября 2014) на поставку «Установка селективного лазерного сплавления металлического порошка». Заключен контракт с ЗАО «Группа компаний «Глобатэк» на поставку установки селективного лазерного сплавления металлического порошка SLM 280HL с лазером 400 Вт в базовой комплектации на сумму 59 980 140 рублей.

Проведены мероприятия по закупке автоматизированной системы сбора данных для подготовки смесевых топлив. Заключен контракт на поставку «Автоматизированная система сбора данных для подготовки смесевых топлив» на сумму 2 500 тыс. руб.

Заключен контракт на поставку «Комплектующие для определения массового расхода газов» на сумму 500 тыс. руб. с фирмой ООО «Сигм плюс инжиниринг» (официальный дилер Bronkhorst High-Tech, Нидерланды). В состав данной поставки входят:

- регулятор расхода газа-пропан;
- регулятор расхода газа-водород;
- регулятор расхода газа-метан;
- источники питания, индикаторы, обратные клапана.

Регуляторы  служат для поддержания необходимого расхода газа требуемого значения.

С 23.11.2014 по 29.11.2014 гг. сотрудники ЦКП Сотов А.В. и Вдовин Р.А. проходили стажировку в Германии, г. Франкфурт-на-Майне. Наименование стажировки: стажировка по изучению особенностей эксплуатации 3D машины SLM 280 для выращивания изделий методом селективного лазерного спекания металлопорошковых композиций проводилась в рамках всемирной выставки EuroMold. Целью стажировки является изучение особенностей эксплуатации 3D машины SLM 280 по выращиванию изделий методом селективного лазерного спекания металлопорошковых композиций.

Проведен аналитический обзор в области аддитивного производства элементов аэрокосмической техники нового поколения с улучшенными газодинамическими, энергетическими и экологическими характеристиками.

**1.2 Работы (мероприятия), выполненные (выполняемые) за счет внебюджетных средств**

Были осуществлены работы по ремонту аудитории, в которой будет находиться установка послойного выращивания деталей методом селективного лазерного спекания. Приобретенное оборудование было введено в эксплуатацию.

С целью выполнения работ по подготовке помещений для технологической установки послойного выращивания деталей авиационной техники методом селективного лазерного спекания (СЛС) был произведен ремонт помещения лаборатории аддитивных технологий. Проведены работы по покраске стен, возведено разделительное ограждение с целью образования двух участков: участок селективного лазерного спекания и участок восстановительного ремонта методом импульсной лазерной наплавки. Проведены работы по монтажу дверного проема и ремонту потолка. Так же проведены работу по подведению коммуникаций для функционирования закупленного оборудования.

Введена в эксплуатацию машина селективного лазерного спекания SLM 280. Все компоненты 3D машины интегрированы в корпус жесткой конструкции. Введена в эксплуатацию станция просеивания PSH-100 (рисунок 23). Станция просеивания оснащена специальным вакуумным очистителем для удаления из камеры построения несплавленного порошка, автоматического просеивания порошка в условиях инертного газа, возврата кондиционного порошка в камеру построения 3D машины. Введен в эксплуатацию генератор азота. Генератор Азота обеспечивает потребность 3D машины при построении изделий из порошков нереактивных материалов, - нержавеющих, инструментальных сталей, кобальт – хрома, инконеля, т.д.

Промышленный вакуумный очиститель производства компании SLM Solutions предназначен для работы со всеми типами существующих порошков (реактивных + нереактивных).

Система подачи / выравнивания слоя порошка 3D машины SLM 280 компании SLM Solutions двунаправленная. Данная система позволяет формировать слой порошка всего за 2 движения: к фронтальной стороне камеры построения и обратно (в отличие от 3D машин других производителей, которым для формирования слоя порошка необходимо 4 движения).

Введена в эксплуатацию система обнаружения возгорания и пожаротушения для SLM 280. Данная система является обязательной при работе с порошками класса D (горючие металлы), - титан, титановые, алюминиевые сплавы, др.

Введено в эксплуатацию устройство для построения изделий небольшого размера при экономии материалов (замена штатной платформы построения на платформу построения меньшего размера).

Разработаны технические регламенты и инструкции по обслуживанию установки селективного лазерного спекания.

Сотрудники ЦКП САМ-технологий активно участвуют в работе научно-практических конференций, проводимых как в стране, так и за рубежом. Практически каждая научная публикация предваряется апробацией научного сообщения на одной из многочисленных конференций по тематике проводимых в ЦКП исследований.

В рамках договора предоставления гранта № 17/14/67/1 – СОФ на осуществление софинансирования по проекту «Развитие центра коллективного пользования CAM-технологий и глубокая междисциплинарная интеграции научных и производственных ресурсов для создания энергоэффективных и экологичных газотурбинных установок» согласно смете расходов по статье «Оплата работ, выполняемых сторонними организациями» были проведены конкурсы запроса котировок на:

1. «Услуги по модернизации интернет-сайта ЦКП (центра коллективного пользования) в целях повышения доступности приборной базы ЦКП для внешних и внутренних пользователей», номер котировки – 31401751488. Победителем в проведении запроса котировок стало ООО «Диджитал Медиа Групп» (факт. адрес: г. Санкт-Петербург, ул. Верейская 23-5) с ценой контракта 98 500,00 руб. (Девяносто восемь тысяч пятьсот) рублей 00 коп. На данный момент согласована организационная структура сайта. Идет процесса заполнения информацией.

Сотрудники ЦКП САМ-технологий  подготовлены научные статьи, доклады, презентации, а также буклеты и брошюры с целью непосредственного распространения информации об услугах ЦКП.

**2 Основные результаты, полученные в отчётный период**

1. Исследована и отработана технология послойного синтеза методом селективного лазерного спекания мелкодисперсного металлопорошкового материала с использованием лазерной установки HTS-300 Mobile.
2. Разработана экспериментальная установка послойного лазерного спекания, позволяющая регулировать все технологические параметры спекания. В совокупности с разработанной методикой проведения экспериментов они позволили достичь поставленной цели исследования.
3. Выявлены общие закономерности построения прототипов и параметры лазерной технологической установки, оказывающие наибольшее влияние на качество синтезируемого поверхностного слоя, такие как мощность, частота и скорость сканирования лазерного излучения.
4. Создан алгоритм методики разработки технологического процесса лазерного спекания мелкодисперсных порошков, позволяющий получать бездефектные образцы.
5. Изучена структура материала показывающая, что спеченная зона имеет однородную структуру без пустот и раковин, поры и трещины отсутствуют, что указывает на высокую работоспособность наплавленного слоя материала.
6. Разработана методика оптимизации технологического процесса импульсной лазерной наплавки.
7. Проведены исследования остаточных напряжений на образцах, восстановленных методом импульсной лазерной наплавки с использованием установки HTS-300 Mobile.
8. Проведены металлографические исследования для оценки качества наплавленного материала на образцах изделий аэрокосмической отрасли.
9. В ходе выполнения проекта были проведены расчётная отработка перспективной унифицированной камеры сгорания с керамическим экраном жаровой трубы и экспериментальное исследование характеристик керамического материала жаровой трубы. При этом удалось выявить проблемные зоны с точки зрения повышенной температуры поверхности жаровой трубы, их зависимость от толщины теплозащитного покрытия и режима работы двигателя, а также выполнить доводку температурного состояния жаровой трубы до требуемого уровня.

В экспериментальном исследовании эмиссионных характеристик модельной камеры сгорания использовалось горелочное устройство (ГУ), разработанное сотрудниками Научно-образовательного центра газодинамических исследований СГАУ и изготовленное на оборудовании ЦКП "САМ-технологий".

Изменение угла установки и профиля лопаток завихрителя; изменение размеров цилиндрического насадка; изменение диаметра и количества отверстий, а также угла распыла струйной форсунки позволяет влиять на формирование процессов горения в первичной зоне камеры сгорания (КС), и как следствие, на выходные характеристики КС.
В ходе экспериментального исследования были отработаны методики испытаний жаровых труб с различными видами покрытий в стендовых условиях, а также методики измерений концентраций продуктов сгораний и температурного состояния стенки. Достигнутые результаты позволяют проводить испытания жаровых труб с различными видами материалов покрытий, оценивая при этом ряд характеристик камеры сгорания (эмиссию вредных веществ, ресурс стенки жаровой трубы, температурное поле на выходе и т.д.).В ходе выполнения проекта были проведены расчётная отработка перспектив-ной унифицированной камеры сгорания с керамическим экраном жаровой трубы и экспериментальное исследование характеристик керамического материала жаровой трубы. При этом удалось выявить проблемные зоны с точки зрения повышенной температуры поверхности жаровой трубы, их зависимость от толщины теплозащитного покрытия и режима работы двигателя, а также выполнить доводку температурного состояния жаровой трубы до требуемого уровня. Исследована и отработана технология послойного синтеза методом селективного лазерного спекания мелкодисперсного металлопорошкового материала с использованием лазерной установки HTS-300 Mobile.

Разработана экспериментальная установка послойного лазерного спекания, позволяющая регулировать все технологические параметры спекания. В совокупности с разработанной методикой проведения экспериментов они позволили достичь поставленной цели исследования.
Выявлены общие закономерности построения прототипов и параметры лазерной технологи-ческой установки, оказывающие наибольшее влияние на качество синтезируемого поверхностного слоя, такие как мощность, частота и скорость сканирования лазерного излучения.
Создан алгоритм методики разработки технологического процесса лазерного спекания мелкодисперсных порошков, позволяющий получать бездефектные образцы.
Изучена структура материала показывающая, что спеченная зона имеет однородную структуру без пустот и раковин, поры и трещины отсутствуют, что указывает на высокую работоспособность наплавленного слоя материала.

Разработана методика оптимизации технологического процесса импульсной лазерной наплавки. Проведены исследования остаточных напряжений на образцах, восстановленных методом импульсной лазерной наплавки с использованием установки HTS-300 Mobile.
Проведены металлографические исследования для оценки качества наплавленного материала на образцах изделий аэрокосмической отрасли.

Был объявлен открытый аукцион в электронной форме, извещение №ЭА 67/14, (дата проведения аукциона 20 октября 2014) по поставке «Установка селективного лазерного сплавления металлического порошка» на сумму 60 580 тыс. руб. Заключен контракт на поставку «Комплектующие для определения массового расхода газов» на сумму 500 тыс. руб. и контракт на поставку «Автоматизированная система сбора данных для подготовки смесевых топлив» на сумму 2 500 тыс. руб.

Проведенный анализ научно-технического развития в области разработки и использования биметаллических сплавов и сталей со специальными свойствами, сложившиеся мировые тенденции по технологии производства изделий методом селективного лазерного плавления, а также сырьевые и ресурсные возможности показывают актуальность поставленной задачи по разработке комплекса технологических решений для создания изделий нового поколения на основе технологии лазерного плавления литейных и деформируемых сплавов и сталей со специальными свойствами.

Проведена серия инициативных исследований, связанная с оптимизации рабочих процессов компрессоров под руководством Егорова И.Н.

По результатам НИОКР работ подготовлены статьи:

1. Analysis of plastic properties of titanium alloys under severe deformation conditions in machining; International Journal of Engineering and Technology (IJET); Vol 6 No 5 Oct-Nov 2014, автор Хаймович А.И. Андрей Владимирович.
2. Analysis of titanium alloys plastic properties under
Severe deformation conditions in machining; ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL.9, NO.10, October 2014; USA, автор Балякин Андрей Владимирович.
3. **Methodology of Rheological Material Properties Phenomenological Modeling at High Speed Cutting by Reverse Analysis,** Research Journal of Applied Sciences, Volume: 9, ssue: 11, Page No.: 753-760, 2014, DOI: [10.3923/rjasci.2014.753.760](http://dx.doi.org/10.3923/rjasci.2014.753.760). Автор Балякин А. В., Хаймович А.И., Кондратьев А.И.
4. **Technologies of Laser Radiation Focusators,** Research Journal of Applied Sciences, Volume: 9, Issue: 11, Page No.: 834-842. 2014, DOI: [10.3923/rjasci.2014.834.842](http://dx.doi.org/10.3923/rjasci.2014.834.842). Автор Абульханов С.Р.
5. Elaboration of a casting defects prediction technique via use of computer-aided design Systems, International Journal of Engineering and Technology (IJET), Vol 6 No 5 Oct-Nov 2014. Авторы Вдовин Р.А., Смелов В.Г.

Проведен мониторинг научного направления: аддитивные технологии. развитие теории, методов и средств изготовления и ремонта деталей с использованием аддитивных технологий. Наиболее значимые публикации были переведены и изучены.

Разработана математическая модель взаимодействия лазерного излучения (ЛИ) с порошковыми композициями. В работе проводилось моделирование процессов теплопереноса на основе модели двухфазной зоны в трехмерной пространственной сетке. Физические допущения модели:

* отсутствует конвективное перемешивание в жидкости;
* нет химических реакций;
* теплофизические параметры не зависят от температуры и одинаковы в жидкой и твердой фазах;
* тепловой обмен на границах тела с окружающей средой незначителен;
* скрытая теплота полиморфного а-у превращения вносит несущественный вклад в температурное поле;
* поверхность раздела фаз в рассматриваемой точке аппроксимируется плоскостью;
* частицы порошка имеют кубическую форму.
1. Исследована и отработана технология послойного синтеза методом селективного лазерного спекания мелкодисперсного металлопорошкового материала.
2. Разработана экспериментальная установка послойного лазерного спекания, позволяющая регулировать все технологические параметры спекания. В совокупности с разработанной методикой проведения экспериментов они позволили достичь поставленной цели исследования.
3. Выявлены общие закономерности построения прототипов и параметры лазерной технологической установки, оказывающие наибольшее влияние на качество синтезируемого поверхностного слоя, такие как мощность, частота и скорость сканирования лазерного излучения.
4. Создан алгоритм методики разработки технологического процесса лазерного спекания мелкодисперсных порошков, позволяющий получать бездефектные образцы.
5. Изучение структуры материала определило, что спеченная зона имеет однородную структуру без пустот и раковин, поры и трещины отсутствуют, что указывает на высокую работоспособность наплавленного слоя материала.
6. Проведен анализ оборудования, использующего технологию селективного лазерного спекания металлопорошковых композиций.
7. Рассмотрена математическая модель процессов тепломассопереноса при селективном лазерном спекании металлических порошков.

Проведены научно-исследовательские, опытно-конструкторские и опытные технологические работы с организациями-пользователями научным оборудованием центра коллективного пользования научным оборудованием с 18 организациями на общую сумму 29673000,00 рублей, а именно:

* ООО «Технолаб»;
* ООО «Седьмая грань»;
* ЗАО «Центр защиты информации «Проминформ»;
* ООО «Актуальные решения»;
* ООО «УРАРТУ»;
* ООО «Би Питрон Самара»;
* ООО «Самарские технологии обработки давлением» (ООО «СамТОД»);
* ООО «ОптиМех»;
* ФГУП «ЦАГИ»;
* НИИ механики МГУ;
* ООО «Инновационные технологии;
* Государственное автономное учреждение Самарской области «Центр инновационного развития и кластерных инициатив».

Состав выполненных работ удовлетворяет условиям Соглашения о предоставлении субсидии, в том числе заданию на выполнение работ (проекта) и Плану-графику исполнения обязательств.

Результаты выполненных работ соответствуют требованиям задания на выполнение работ (проекта) и нормативной документации.

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