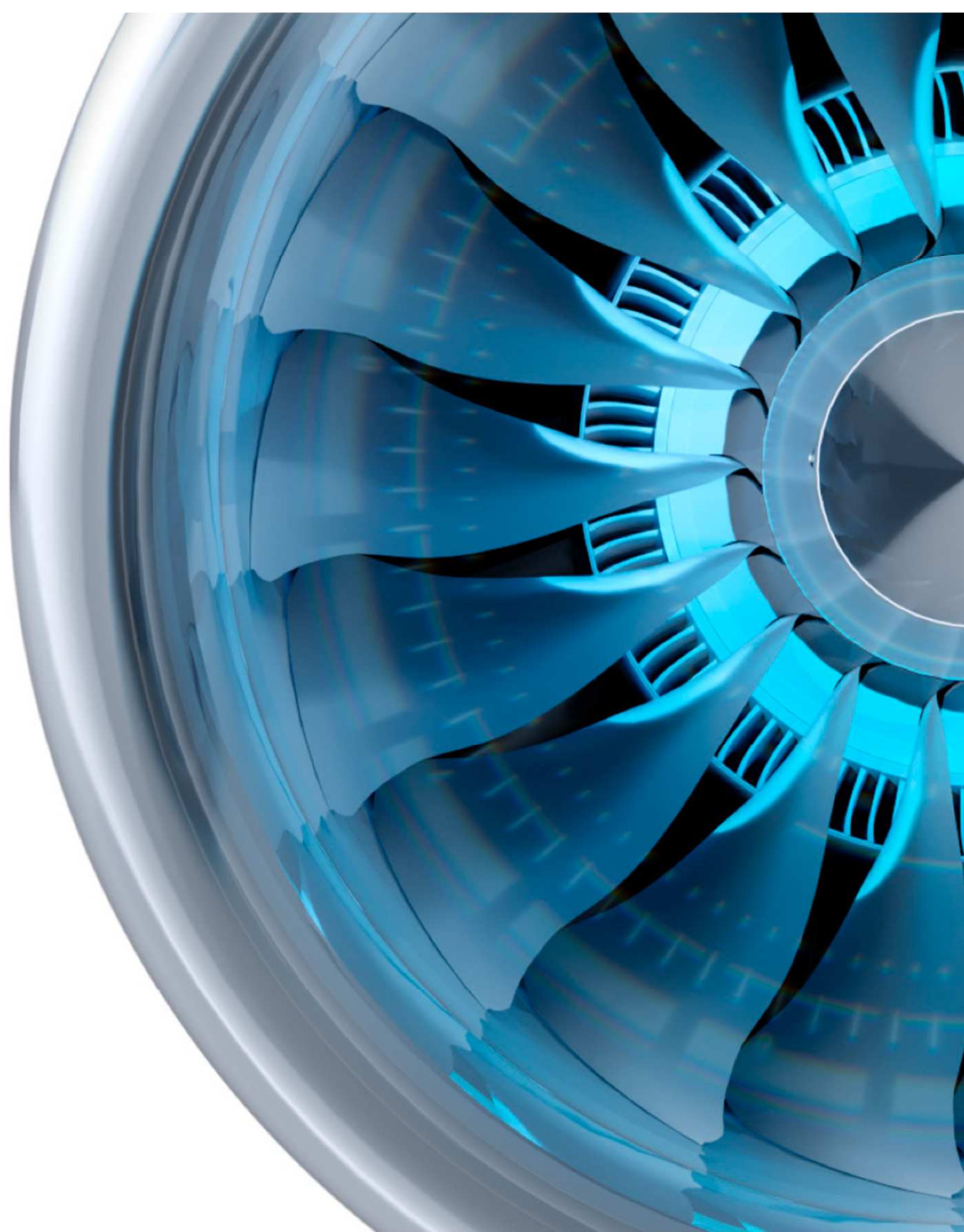




СВОДНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ  
ПРЕДПРИЯТИЙ  
АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНОЙ  
КОРПОРАЦИИ



## **1. Снижение шероховатости поверхностей замкнутых и сложнопрофильных каналов изделий, полученных по аддитивной технологии**

Требуется технология снижения шероховатости поверхностей замкнутых и сложнопрофильных каналов изделий, полученных по аддитивной технологии.

Аддитивные технологии позволяют получать изделия со сложной топологией, но обработка таких деталей лезвийной обработкой зачастую невозможна, в то же время к детали предъявляются требования по качеству поверхности (шероховатости).

Пример задачи: элемент заготовки детали имеет сложно профильные изогнутые каналы с интервалом диаметров 0,5...8 мм.

## **2. Удаление поддерживающих структур не механическими методами обработки с изделий, получаемых по аддитивной технологии**

При получении заготовок методами послойного лазерного сплавления формируются поддерживающие структуры, которые являются технологическими элементами и требуют удаления, что является затруднительным в деталях со сложной геометрией, бионической конструкцией.

Требуется найти методы удаления поддерживающих структур, допускается формирование требований к поддерживающим структурам и их оптимизация.

### **3. Мониторинг и оптимизация параметров сплавления при изготовлении заготовок по технологии прямого лазерного синтеза**

При получении заготовок методами послойного лазерного сплавления формируются поддерживающие структуры, которые являются технологическими элементами и требуют удаления, что является затруднительным в деталях со сложной геометрией, бионической конструкцией.

Требуется найти методы удаления поддерживающих структур, допускается формирование требований к поддерживающим структурам и их оптимизация.

## 4. Активные системы повышения запаса устойчивости компрессоров



Требуется газодинамическое проектирование проточной части КВД с учётом применения активных систем обеспечения газодинамической устойчивости.

## 5. Высокоэффективные воздухо-воздушные и топливо-воздушные теплообменники

Требуется разработать высокоэффективные воздухо-воздушные и топливо-воздушные теплообменники для повышения эффективности теплообмена и снижения гидравлических потерь, возникающих вследствие загромождения проточной части двигателя теплообменными аппаратами.

## **6. Разработка программных средств для автоматизированного построения структурированных сеток лопаточных машин**

Требуется разработать программный комплекс для построения структурированных сеток для выполнения расчетов конечно-элементными методами сопряжено с большими затратами по времени. Решение должно быть отечественной разработки, выполнять построение в автоматическом режиме (с использованием минимального количества "ручных" настроек и корректировок), иметь возможность интегрирования в программные продукты для газодинамических расчетов лопаточных машин.

Требуется разработать технологию поверхностного упрочнения роторных и статорных деталей лопаточных машин.



## **8. Разработка способа измерения скорости потока продуктов сгорания по уширению спектральных линий излучающих элементов**

Необходимо разработать программно-аппаратный комплекс для измерения скорости в поперечном сечении на выходе из камеры сгорания при рабочих температурах от 1700К до 2300К.

Требуется измерение осреднённой величины скорости с частотой измерений 1Гц. Разрешение по радиусу камеры сгорания – не менее 10 точек.

## 9. Высокопроизводительные способы обработки керамических композиционных материалов

Необходимо разработать технологии высокопроизводительной обработки керамических материалов. Выполнить поиск или создание оборудования, определение режимов обработки на образцах.

## 10. Разработка способа и устройства поверхностного упрочнения лопаток ГТД

Разработка технологии лазерного упрочнения (наклёпа) поверхности импульсным способом, длина волны 0,5..11 мкм, максимальная энергия в импульсе до 50 Дж. Способ и установка для повышения усталостной прочности лопаток компрессора в условиях образования забоин должна иметь рабочую зону и устройств излучения и позиционирования, обеспечивающие возможность работы с РЛ и СЛ ГТД.

Аналогичная задача № 7

## **11. Разработка способа и устройства профилирования охлаждающих отверстий и кромок рабочих лопаток турбины высокого давления (РЛ ТВД)**

Необходимо разработать технологию лазерного прецизионного фрезерования охлаждающих отверстий РЛ ТВД ( в т. ч. профилирования внешнего "диаметра"), прецизионного удаления покрытий и загрязнений внешней поверхности РЛ, прецизионного формообразования. Технология должна обеспечивать получение прецизионных отверстий диаметром от 0,3 мм через слой керамических теплозащитных покрытий (ТЗП), без выплесков во внутреннюю полость и повреждения противоположных стенок внутренней полости.

## **12. Разработка и изготовление современной лабораторной электронно-лучевой установки для создания перспективных материалов и функциональных покрытий**

Необходимо разработать и изготовить лабораторную установку для отработки современных технических решений по проблемным модулям промышленного оборудования для реализации технологии электронно-лучевого испарения и конденсации в вакууме (тип ЭЛ пушек, манипулятор, датчики и т.д.). Ключевая цель – отработка решений по технологии нанесения материалов, методов и способов формирования пространственной структуры теплозащитных покрытий (ТЗП) для горячей части ТВД с целью повышения ресурса двигателя. Уровень имеющегося и доступного к производству ЭЛ оборудования не обеспечивает требуемый уровень адгезии покрытия к поверхности горячей части, предъявляемый к двигателям следующего поколения.

### **13. Встроенные методы самодиагностики текущего состояния и прогнозирования технического состояния агрегатов системы автоматизированного управления (САУ)**

К перспективным САУ предъявляются требования по увеличению их межремонтного и назначенного ресурса, высокие требования по надежности, а также требования по созданию САУ исходя из минимальной стоимости жизненного цикла. Одним из способов реализации указанных требований является эксплуатация по техническому состоянию агрегатов САУ.

Основными задачами технологии являются:

- Определение диагностических параметров гидромеханических и электронных агрегатов САУ;
- Определение способов измерения, хранения и анализа параметров;
- Разработка алгоритмов для оценки технического состояния по результатам анализа параметров;
- Разработка алгоритмов управления, обеспечивающих функционирование двигателя и агрегатов в условиях предотказного состояния.

Из-за применения ЛВЖ (нефрас, топливо ТС-1) для промывки деталей предъявляются повышенные требования к пожарной безопасности помещений. У рабочих присутствуют вредные факторы в работе. Так же существует проблема утилизации отходов из-за экологической составляющей.

Существующие водные растворы не обеспечивают отсутствие коррозионного воздействия на детали, либо являются малоэффективными и имеют слабые обезжиривающие свойства.

## 15. Механизация и автоматизация «ручных» слесарных операций

Требуется разработать технологию удаления / зачистке заусенцев автоматическим способом.

При изготовлении деталей по технологиям лезвийной механической обработки образуются различные заусенцы (дефект, состоящий из очень тонкого удлиненного фрагмента металла, присоединенного только одним концом к основному металлу или излишки металла, остающиеся на кромках изделий после какого-нибудь процесса обработки). Заусенцы (волосовины) появляющиеся при механообработке вызывают много проблем при проверке и сборке прецизионных деталей. Затраты на удаление заусенцев могут составлять до трети стоимости детали, а также вызывать дополнительные погрешности в размерах детали.



## 16. Разработка и изготовление перспективной резиновой смеси с расширенным диапазоном рабочих температур и давлений

Требуются резинотехнические изделия для САУ газотурбинного двигателя, работающие при температурах эксплуатации от минус 60 °С до плюс 185 °С, кратковременно до плюс 200 °С и давлении до 19,6 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>) во всеклиматических условиях на воздухе и в среде авиационных топлив и масел.

## 17. Снижение массы агрегатов путём использования бионического дизайна и др. инновационных разработок

Переход от традиционных технологий к методу получения алюминиевых корпусов селективным лазерным сплавлением.

Проектировать и изготавливать корпусные детали сложной геометрии с разветвленной системой криволинейных каналов, внутренних отверстий и полостей, не доступных для изготовления традиционными методами, и, как следствие, получать более компактную конструкцию с минимальными габаритами и массой, а именно:

- уменьшены габаритные размеры и масса за счет проектирования более компактной конструкции (бионический дизайн)
- каналы, механически обрабатываемые сверлением, заменены на разветвленную систему криволинейных каналов, получаемых в заготовке при выращивании;
- исключить сложные операции эрозии разделок и внутренних полостей

Создание прототипов и производство малых серий;

- сокращение сроков подготовки производства 2-5 раз;
- сокращение затрат на подготовку производства в 2-3 раза;
- сокращение цикла производства 2-4 раза;
- сокращение трудоёмкости изготовления деталей до 80%;
- увеличение КИМ с 5 до 80 %.

## **18. Разработка инструмента математического моделирования процессов, происходящих с электронной аппаратурой при воздействии внешних воздействующих факторов**

В настоящее время оценка выполнения требований технического задания в части стойкости к внешним воздействующим факторам (ВВФ) для электронной аппаратуры выполняется методом натурных испытаний.

На этапе разработки аппаратуры конструкция печатных плат и блоков определяется с учётом традиционных схемотехнических, тепловых, прочностных расчётов и опыта проектирования аппаратуры, которая уже прошла натурные испытания.

При таком подходе несоответствия аппаратуры нормативным документам, возникающие на этапе предварительных (межведомственных, квалификационных) испытаний опытного образца, приводят к трудоёмкой и дорогостоящей доработке и повторению испытаний.

Методика моделирования воздействия ВВФ на аппаратуру (после её разработки и верификации на примере существующих блоков) позволит конструктору после разработки конструкторской документации (КД) и до изготовления первого опытного образца проверить правильность заложенных технических решений и, при необходимости, внести изменения в КД.

## 19. Новые технологии финишной постобработки синтезируемых объектов (получение заданной шероховатости)

Для реализации требований предусмотренных в конструкторской документации и особенностей процессов послойного синтеза, применяемого для получения деталей, необходимо обеспечить наилучшее качество поверхности (особенно в высоконагруженных деталях) для снижения риска образования и развития дефектов с поверхности изделия.

Новая технология обработки металлических объектов должна обеспечивать:

- 1) возможность обработки внутренних каналов не доступных для обработки классическими технологиями, ручным или механизированным инструментом;
- 2) минимизацию шероховатости на объекте до Ra1;
- 3) обработку синтезированных материалов на основе никеля, алюминия, титана, кобальта и железа.

Новая технология обработки полимерных объектов должна обеспечивать:

- 1) обработку объектов из полистирола (Prime Cast 101) полученного методом послойного лазерного спекания;
- 2) минимизацию шероховатости на объекте до Ra3,2.

## **20. Разработка технологии и специального технологического оборудования для драпировки тканых преформ в заданную геометрию**

Требуется разработать технологию и специальное технологическое оборудование для драпировки тканых преформ в заданную геометрию.

## 21. Средства диагностирования возникающих деформаций и энергии от попадания посторонних предметов

Требуется разработать специальные компактные средства диагностирования возникающих деформаций и энергии от попадания посторонних предметов в роторных деталях из ПКМ, скорости вращения до 4000 об/минуту.

Средства диагностики должны быть беспроводными( иметь индивидуальные источники питания, передавать информацию на приёмник по беспроводному протоколу), иметь вес до 100 грамм, быть работоспособными в диапазоне температур от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $185^{\circ}\text{C}$ .

## 22. Разработка технологии получения охлаждающих малогабаритных отверстий в деталях

Требуется разработать технологии получения охлаждающих малогабаритных отверстий в компонентах (прежде всего, рабочих и сопловых лопаток ТВД) горячей части ГТД со сложным профилем выхода канала на поверхность и имеющим острый угол к поверхности с учётом нанесения теплозащитных многослойных гибридных покрытий.

## **23. Разработка технологии электроэрозионной обработки с адаптивным распределением припуска по проточной части и бандажным полкам**

Требуется разработать технологию электроэрозионной обработки с адаптивным распределением припуска по проточной части и бандажным полкам.



## 24. Разработка высокопроизводительного способа обработки входных кромок малогабаритных лопаток

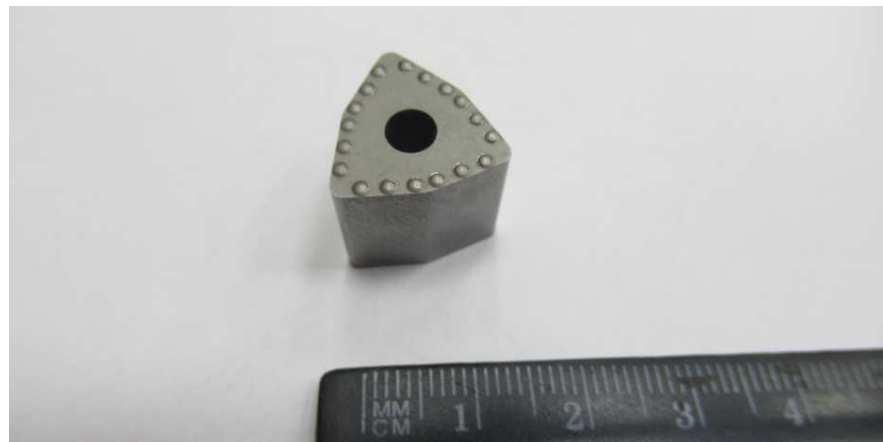


Требуется разработать высокопроизводительный способ обработки входных кромок малогабаритных лопаток современных высоконапорных компрессоров высокого давления, точность (0,04 мм и менее) которых задана допуском формы от конструкторских баз с минимальной последующей ручной доводкой.

## 25. Разработка технологии обработки формообразующей поверхности твердосплавной пресс-формы

Требуется разработать технологию обработки формообразующей поверхности твердосплавной пресс-формы для получения режущих пластин со следующими техническими требованиями:

- минимально применяемый для обработки инструмент не более 0,3 мм и радиусом не более 0,02 мм;
- чистота обработанной поверхности должна составлять не хуже Ra 0,08, при этом не допускается несплошность режущей кромки, заусенцы, следы от инструмента (в том числе окантовка вокруг сфер) см. требования к радиусу инструмента.



## 26. Подбор или разработка материала для заливки лопатки в «брикете»

Требуется подобрать или разработать материал для заливки лопатки в «брикете» с целью позиционирования, при этом должна отсутствовать поводка изделия относительно баз «брикета». Сплав должен быть легкоплавким, температура плавления не более 300°C. При вплавлении необходимо отсутствие адгезии на брикете и изделии. Обязательным условием является обеспечение безопасности процесса для рабочего персонала.

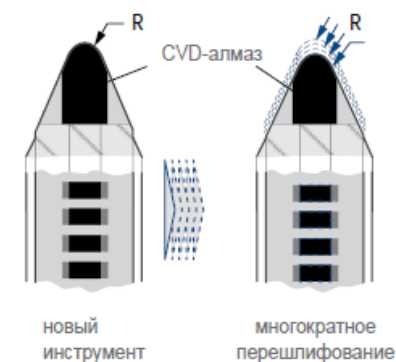
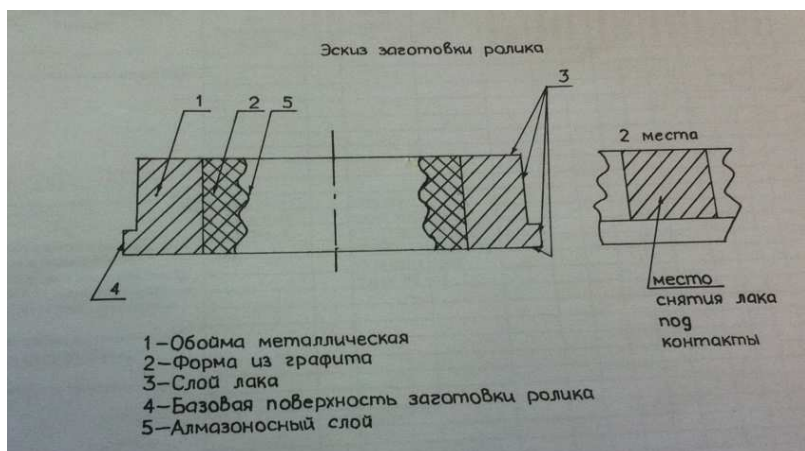
В настоящее время используется сплав Вуда, требуется его замена для снижения веса мин. в 2 раза.



## 27. Разработка автоматизированного метода закрепления алмазных зерен на обойму

Разработать автоматизированный метод закрепления алмазных зерен на обойму из графита без использования клея в технологии гальванического никелирования алмазных роликов.

- Подобрать припой и метод пайки для обеспечения закрепления CVD-алмазных сегментов на обойме в технологии изготовления «однониточных» алмазных роликов.



## 28. Разработка автоматизированной системы проектирования резьбофрез согласно ТЗ заказчика

Проектирование резьбофрез согласно ТЗ заказчика влечет:

- дополнительные затраты;
- наличие достаточного опыта для адаптации к конкретным производственным условиям эксплуатации, посредством назначения оптимальных геометрических параметров.

ТЗ заказчика:

- характеристики обрабатываемого материала;
- геометрические параметры обработанного;
- резьбового отверстия
- характеристики оборудования.



Эффект:

- Сокращение затрат на проектирование;
- Сокращение срока подготовки ТКП;
- Повышение эксплуатационных характеристик.

чертеж:

- материал режущей части инструмента;
- наружный диаметр рабочей части инструмента;
- длины рабочей части инструмента;
- диаметр хвостовика инструмента;
- длина инструмента;
- числа зубьев режущей части инструмента;
- формы задней поверхности зубьев инструмента;
- формы стружечной канавки режущей части инструмента;
- значениям переднего угла на режущей части инструмента;
- значениям глубины измерения переднего угла на режущей части инструмента;
- значениям заднего угла на режущей части инструмента (величине радиального затылования);
- значениям допусков на угол профиля зуба для обеих сторон;
- использование прямозубого и спирального инструмента;
- вид покрытия режущей части инструмента;
- толщина покрытий режущей части инструмента;
- скругление кромок режущей части инструмента;
- величине биения режущих кромок инструмента относительно хвостовой части.

## 29. Разработка технологии удаления покрытия СДП1+ВСДП-20 с одк профильной части пера рабочих лопаток компрессора

Требуется разработать технологию удаления покрытия СДП1+ВСДП-20 с профильной части пера рабочих лопаток компрессора с обеспечением усталостной прочности, и геометрических параметров лопаток.

### **30. Разработка технологии восстановительного ремонта гребешков лабиринтов компрессоров**

Требуется разработать технологию восстановительного ремонта гребешков лабиринтов компрессоров низкого и высокого давления методом напыления износостойких материалов или лазерной наплавкой.

## **31. Разработка технологии очистки топливных форсунок от нагара**

Требуется разработать технологию очистки топливных форсунок от нагара в условиях эксплуатации, без демонтажа их с камеры сгорания.



Требуется разработать технологию пайки трубопроводов из материала 12Х18Н10Т.

Требуется разработать аддитивное оборудование полностью из отечественных компонентов для возможности изготовления деталей методом селективного лазерного сплавления металлопорошковых композиций сплавов на основе кобальта, никеля и титана.

## **34. Разработка технологии изготовления аддитивными методами керамических стержней для литья по выплавляемым моделям**

Необходимо разработать технологию аддитивного изготовления керамических стержней для литья по выплавляемым моделям, которые невозможно изготовить другими традиционными методами в силу сложности геометрической формы, включая этапы: разработки составов и технологии приготовления керамических паст, способа изготовления сырых заготовок стержней, их обжига, постобработки и удаления из изготовленных отливок.

## **35. Повышение точности промышленных роботов для проведения различных испытаний**

Разработать технологию и ПО для калибровки, контроля и компенсации отклонений заданного положения промышленного робота от текущего положения во время испытаний при воздействии отклоняющих усилий газового потока на рабочий инструмент промышленного робота.

## **36. Разработка технологии заварки дефектов литья на жаропрочных никелевых сплавах типа ВКНА-1ВР, ВКНА4, ЖС32**

Задача актуальна и востребована на этапе изготовления ДСЕ (подварка литейных дефектов) и после эксплуатации по причине возникновения недопустимых отклонений в виде износа и других механических повреждений. Требуется подобрать присадочные материалы. Отработать режимы наплавки. Выпустить технические условия на ремонт.

## **37. Разработка технологии восстановления ДСЕ из мартенситного сплава ЭП517**

Задача актуальна и востребована для восстановления элементов валов (износ шлиц, посадочных поверхностей), так и для восстановления изнашиваемых в эксплуатации поверхностей корпусных деталей. Требуется подобрать близкий по механическим свойствам присадочный материал. Отработать режимы наплавки. Выпустить технические условия на ремонт.

## **38. Изготовление деталей мотогондолы размерности ПД-35 по технологии автоматизированной выкладкой препрега AFP**



Вследствие действия санкций в отношении РФ и отсутствии российских аналогов оборудования для автоматизированной выкладки термопластичного препрега AFP, необходимо разработать и изготовить оборудование и оснастку для автоматизированной выкладки термопластичного препрега AFP для деталей габаритами до 3901x1470.

### **39. Обработка отверстий малых диаметров, в том числе профилированных (с трёхмерными диффузорами), в охлаждаемых турбинных лопатках, покрытых ТЗП на основе керамики**

Перед АО «ОДК-Авиадвигатель» стоит задача отработки технологии обработки охлаждающих отверстий на деталях турбины (лопатки сопловые, лопатки рабочие). С этой целью требуется оборудование (лазерное или комбинированное лазерно-электроэрозионное), способное объединить в себе следующие технологии: 1) обработка отверстий в перфорируемых лопатках ГТД с ТЗП (лопатки поступают с покрытием с полностью выполненной механической обработкой согласно чертежу. Выполняются отверстия перфорации через ТЗП и основной материал) с соотношением обрабатываемой глубины к диаметру отверстия 1:16; 2) очистка отверстий перфорации в перфорируемых лопатках ГТД после нанесения ТЗП (лопатки на обработку поступают с полностью выполненной механической обработкой, с выполненными отверстиями перфорации и покрытием ТЗП, нанесенным после перфорации. Выполняется поиск запылённых отверстий системами станка и их очистка от ТЗП).



#### **40. Отработка технологии электроэрозионной проволочно-вырезной обработки пазов дисков ТВД типа "ёлка" и "ласточкин хвост" (в том числе с наклонными пазами)**

Перед производством АО «ОДК-Авиадвигатель» стоит задача обработки пазов в дисках турбины методом проволочной электроэрозионной обработки взамен традиционному протягиванию. Используемые современные материалы для изготовления дисков представляют трудность для обработки протяжками (их надо изготавливать из более прочных и, в то же время, дорогостоящих материалов). Данные конструктивные элементы имеют сложную форму, жёсткие требования к геометрическим параметрам и свойствам поверхностного слоя (измененный слой не более 3 мкм). Для отработки технологии требуется оборудование с современным генератором, поворотным столом и большой ванной, способной вместить крупногабаритные детали (наруж. диаметры дисков достигают 1190 мм).

## **41. Разработка методики математического моделирования распределения остаточных напряжений в поверхностном слое деталей при дробеструйном упрочнении**

Разработка методики математического моделирования формирования поверхностных напряжений при проведении дробеструйного упрочнения в зависимости от параметров упрочнения, материала детали и исходного состояния поверхностного слоя.

## **42. Разработка методики математического моделирования распределения остаточных напряжений в поверхностном слое деталей при гидродробеструйном упрочнении**

Разработка методики математического моделирования формирования поверхностных напряжений при проведении гидродробеструйного упрочнения в зависимости от параметров упрочнения, материала детали и исходного состояния поверхностного слоя.

### **43. Доработка технологии уплотнений выводов препарирования**

Разработка новых способов уплотнения выводов препарирования путем подбора и испытания новых герметизирующих материалов и конструкций выводов, с целью повышения надежности и герметичности узла.

Необходимо предложить решение проблем связанных с образованием трещин и изменённого слоя в основном материале (не допускается) при использовании лазерной маркировки титановых сплавов. Для сведений, на текущий момент используется лазерная маркировочная установка Telesis EV15DS. В приоритете рассматривается ее дальнейшее использование, но возможны доработки системы.

**45. Отработка режимов механической обработки деталей авиационного двигателя из сплава ВВ751П с целью получения оптимальных параметров напряженно-деформированного слоя**

Требуется провести отработку механической обработки сплава ВВ751П, разработать методические рекомендации, включающие в себя режимы обработки и режущего инструмента.

## 46. Разработка технологии восстановления контактных площадок рабочих лопаток ТВД

В процессе эксплуатации происходит износ контактных поверхностей на бандажной полке рабочей лопатки ТВД, на сегодняшний день восстановление выполняется методом пайки, обеспечивает один цикл ремонта. Внедрение лазерной порошковой наплавки позволит увеличить количество циклов ремонта и соответственно увеличить ресурс лопаток. Требуется подобрать присадочные материалы, обеспечивающие высокие прочностные характеристики при высоких температурах. Отработать режимы наплавки. Выпустить технические условия на выполнение ремонта.