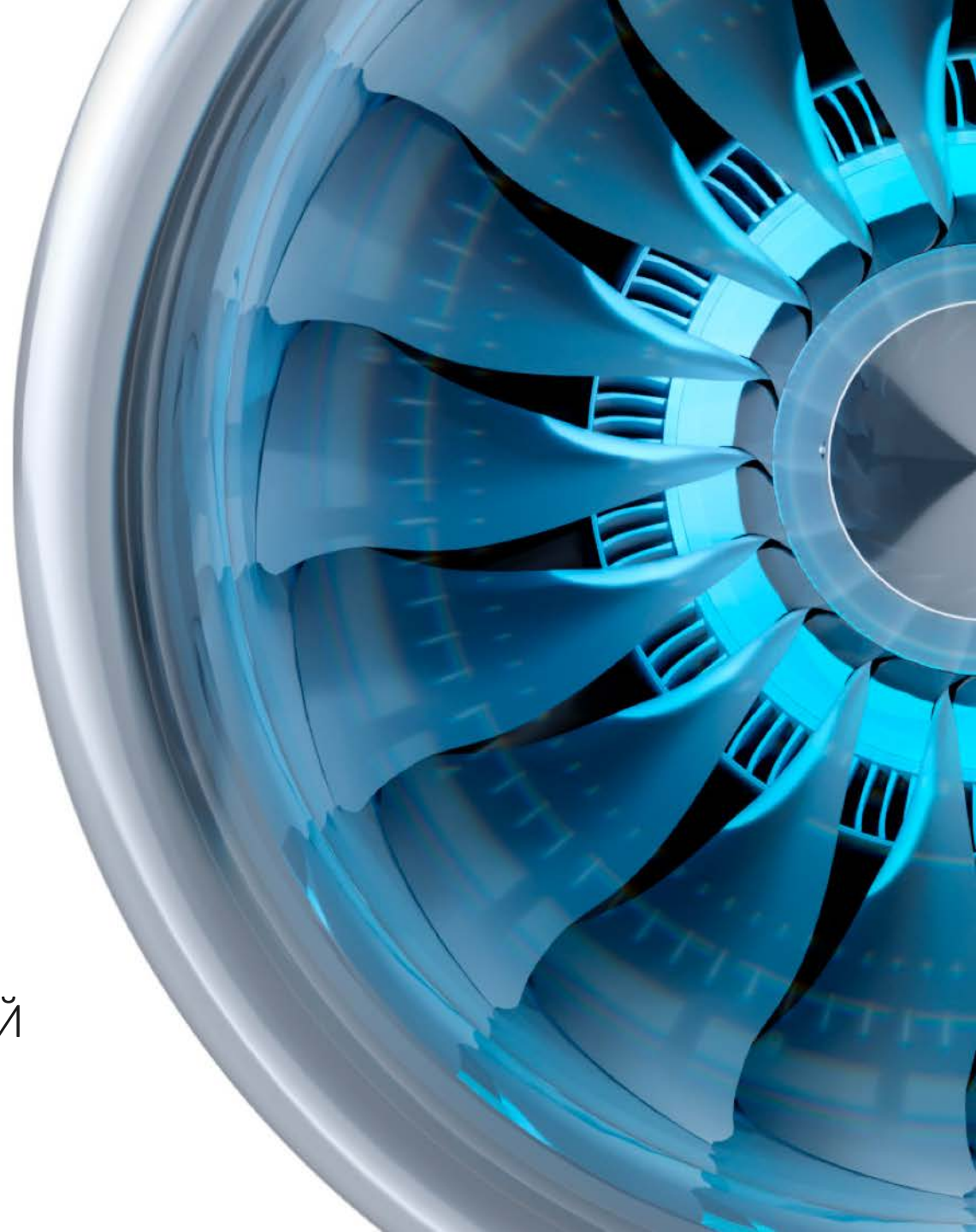




СВОДНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
ПРЕДПРИЯТИЙ
АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНОЙ
КОРПОРАЦИИ

(редакция 2 от 11.05.2021)

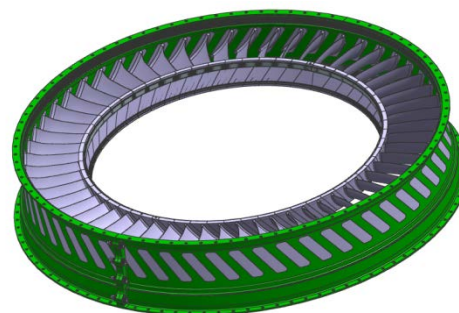


1. Механическая обработка и сварка корпусов направляющих аппаратов

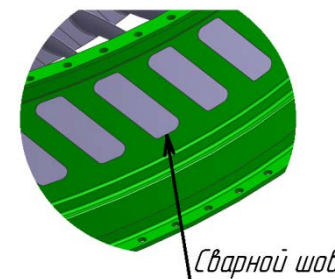
Требуется разработка технологии, исключающей отклонения от требований чертежа при механической обработке и электронно-лучевой сварки тонкостенных корпусных деталей

Типичные габариты детали: макс. диаметр 980мм; высота 190мм; минимальная толщина стенки 2,5мм
 Материал: Титановый сплав BT6

Мехобработка



Сварка ЭЛС



Проблема:

Коробление и деформация детали на окончательных операциях точения и фрезерования из-за потери жёсткости конструкции.

Обеспечение овальность диаметров в свободном состоянии не более 0,2мм (в настоящее время фактически до 0,6мм).

Проблема:

Непрогнозируемое коробление и утяжка свариваемых деталей и сборочных единиц (ДСЕ): утяжка лопаток к оси детали до 1,5мм на сторону.

2. Определение уровня остаточных напряжений и разработка способа термической обработки, снижающего их уровень

Требуется разработка технологии определения уровня остаточных напряжений, возникающих в сборочной единице, изготовленной методом электронно-лучевой сварки из заготовок разнородных материалов: жаропрочный сплав ЭИ698-ВД (ХН73МБТЮ-ВД) и подшипниковой стали ЭИ347-Ш.

Требуется разработка режима термической обработки, обеспечивающего снижение значений остаточных напряжений при этом сохраняя уровень механических свойств, входящих в сборочную единицу деталей.

Остаточные напряжения

При сварке в каждой точке сварного соединения возникают напряжения и деформации. В начальный период, когда происходит нагрев металла, и в процессе последующего охлаждения они существенно изменяются по величине, знаку, характеру распределения. Распределение температур при сварке неравномерное, именно по этой причине возникают остаточные напряжения. Остаточные напряжения оказывают существенное влияние на прочность и долговечность конструкций.

Методы снижения остаточных напряжений: повышение температуры термической обработки для снятия напряжений, уменьшение толщины свариваемой детали (если возможно), подбор режимов сварки, снижение температуры сварки

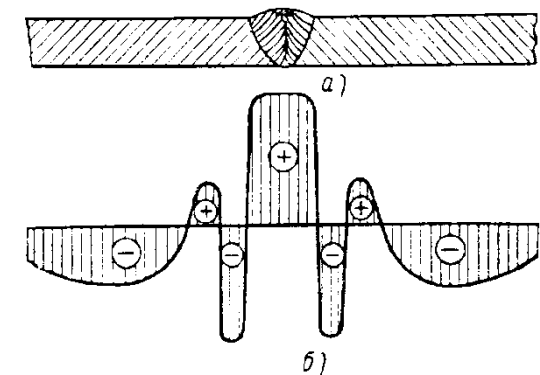
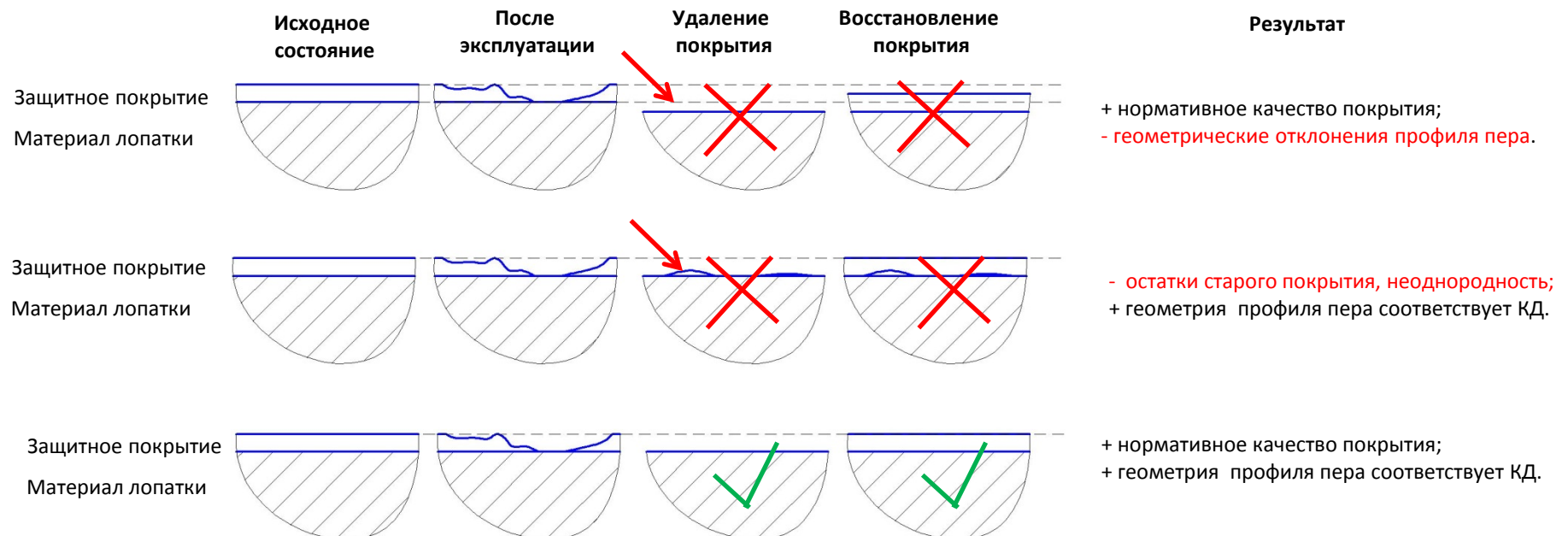


Схема распределения остаточных напряжений в стыковом шве

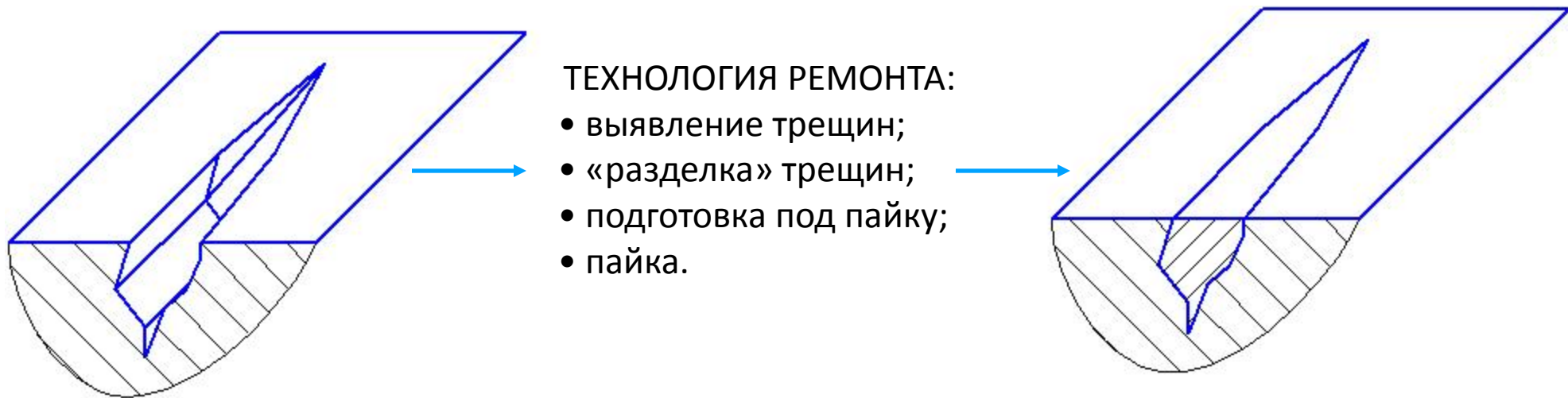
3. Разработка технологии ремонта (восстановления) многослойных защитных покрытий

Для обеспечения эксплуатационных характеристик лопаток турбин выполняется нанесение многослойных покрытий (имеется в том числе подслой и измененный слой в основном материале). В процессе эксплуатации происходит выветривание и разрушение защитного покрытия. Технология ремонта (восстановления) должна обеспечивать удаление оставшегося покрытия, подготовку поверхности и нанесение исходного покрытия с обеспечением тех. требований конструкторской документации (КД).



4. Разработка технологии ремонта эксплуатационных трещин методом пайки

В процессе работы ГТД на деталях горячей части (лопатки турбины, элементы камеры сгорания и др.) при значительных объемах наработки образуются эксплуатационные трещины. Технология ремонта методом пайки должна обеспечивать восстановление трещин и обеспечение продления ресурса работы деталей.



Существующие технологии ремонта имеют значительные технологические ограничения:

- применяется аргонодуговая заварка для элементов камеры сгорания;
- лопатки турбин с трещинами, превышающими нормативные допуски бракуются.

5. 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

6. 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.

7. 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.

8. Активные системы повышения запаса устойчивости компрессоров

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

9. 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.

10. 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

11. Поверхностное лазерное упрочнение

Требуется разработать технологию поверхностного упрочнения роторных и статорных деталей лопаточных машин

12. 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

13. Высокопроизводительные способы обработки керамических композиционных материалов

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

14. 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 № 11

15. 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.

16. Разработка способа и устройства нанесения теплозащитных покрытий на узлы и детали горячей части турбины высокого давления (ТВД)

Необходимо разработать технологии нанесения материалов, методов и способов формирования пространственной структуры теплозащитных покрытий (ТЗП) для горячей части ТВД с целью повышения ресурса двигателя. Должна быть обеспечена высокая степень ремонтпригодности покрытия после эксплуатации (низкая повреждаемость или высокая ремонтпригодность жаростойкого подслоя ТЗП). Текущая технология нанесения ТЗП не обеспечивает уровень адгезии покрытия к поверхности горячей части, предъявляемый к двигателям следующего поколения.

17. Повышение пропускной способности протяжного станка при протягивании елочных пазов в дисках турбины высокого давления (ТВД)

Необходимо разработать и внедрить технологии предварительной обработки (формообразование) паза с помощью методов обработки (на выбор или в комбинации): гидроабразивная обработка, фрезерование, электроэрозионная обработка, электрохимическая обработка. Внедрение такой технологии позволит разгрузить имеющееся оборудование, сократить номенклатуру шифров протяжек, снизить затраты и риски при изготовлении протяжек.

Технические требования к технологии:

1. Гидроабразивная обработка

- 1.1) Обработанная поверхность должна быть без зарезов от гидроабразивной обработки
- 1.2) На необрабатываемых поверхностях не должно оставаться следов от гидроабразивной обработки (диаметр диска, торцы)
- 1.3) Увод профиля предварительного паза до 0.15 мм на сторону
- 1.4) Точность размеров 0.05-0.1 мм

2. Электроэрозионная обработка

- 2.1) Шероховатость обработанной поверхности Ra 6,3
- 2.2) Глубина измененного слоя не более 15 мкм
- 2.3) Точность размеров 0.05-0.1 мм
- 2.4) Отсутствие микротрещин в основном материале
- 2.5) Микротвердость в оплавленном слое в пределе 750...850 HV

3. Электрохимическая обработка

- 3.1) Точность размеров 0.05-0.1 мм
- 3.2) Увод профиля предварительного паза до 0.15 мм на сторону
- 3.3) Растравливание поверхности по месту обработки глубиной не более 15 мкм
- 3.4) На необрабатываемых поверхностях растравливание не допускается

4. Фрезерование

- 4.1) Минимальная стойкость фрезы – один диск (независимо от кол-ва пазов на диске)
- 4.2) Точность размеров 0.05-0.1 мм
- 4.3) Шероховатость поверхности Ra 3.2-6.5

18. Восстановительный ремонт сопловых лопаток турбины высокого давления (ТВД) для сплавов типа ЧС70У-ВИ и ЖС6У-ВИ



Необходимо разработать технологии по восстановлению сопловых лопаток ТВД 1 ст. и 2 ст. путем запайки трещин термоусталостного характера, расположенных на проточной части профиля и полок лопаток.

Технические требования к технологии:

- Удалить нагар и окисление из дефектных мест (трещин) без изменения геометрии детали.
- Паяный шов должен быть чистым, ровным, без пористости, раковин, трещин, посторонних включений и непропаев;
- Наличие окисления в паяном соединении между швом и основным материалом не допускается;
- Твердость паяного шва должна лежать в пределах $\pm 10\%$ от основного материала;
- Твердость диффузионной зоны в основном материале должна быть не более 20% от твердости основного материала;
- Рабочая температура материала пайки ≥ 1000 °С;
- Межремонтный ресурс восстановленной детали не менее 25000 часов;
- Структура основного материала должна оставаться однородной, кроме зоны диффузии основного материала у паяных швов;
- Изменение структуры основного материала не допускается;
- После восстановительного ремонта методом запайки геометрия детали не должна иметь отклонений от изначальной геометрии;
- Жаростойкость, коррозионная стойкость и линейное расширение паяного шва при рабочих температурах должны быть одного порядка с основным материалом.

19. Способ восстановления (наплавка) хорды лопатки с провалом после эксплуатации (сплав ВТ-8М)

Требуется разработать технологию восстановления хорды титановой лопатки с провалом после эксплуатации.

Предлагается опробовать 2 варианта восстановления:

1. Подготовка под наплавку без занижения участков со стороны входной и выходной кромок. При этом выполняется наплавка зачищенных участков со стороны корыта и спинки с выходом на кромки;
2. Предварительно выполняется занижение участков со стороны входной и выходной кромок с заглублением до зоны без провала сечения, затем наплавка этих участков с обеспечением припуска под механическую обработку.

22. Разработка технологии исправления овализованности корпусных деталей путём «замораживания» в водной среде.

Изучение принципиальной возможности использования свойств водной среды при замораживании для обеспечения овальности корпусных деталей.

Технические требования к потенциальному технологическому процессу:

1. Объект применения технологии – тела вращения с габаритными размерами диаметром 500...1500 мм, высота 250...400 мм
2. Основной материал ДСЕ – никелевые сплавы, нержавеющие стали
3. Точность обработки - $\pm 0,1$ мм
4. Отсутствие структурных изменений основного материала после «замораживания»
5. Уровень остаточных сжимающих напряжений 0...-50 Мпа, растягивающие напряжения не допускаются

23. 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.

24. Кардинальное увеличение ресурса «короткоресурсных» деталей, включая пары трения, РТИ и др. в т. ч. за счёт применения новых материалов

В результате эксплуатации деталей и сборочных единиц (ДСЕ) по типу пар трения, а также резино-технических изделий (РТИ) возникает проблема в сильном износе данных элементов конструкции, что непосредственно ведет к выходу из строя/поломке дорогостоящего изделия. Возникает необходимость в использовании новых материалах для увеличения ресурса изделия.

Объектом разработки являются новые материалы:

- РТИ,
- Пары трения
- Различные виды смазки

Аналогичная задача № 26

25. 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.

26. Разработка новых резиновых смесей для обеспечения работоспособности гидромеханических агрегатов системы автоматизированного управления (САУ) в условиях высоких рабочих температур топлива и окружающей среды

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/см²) во всеклиматических условиях на воздухе и в среде авиационных топлив и масел.

Аналогичная задача № 24

27. Разработка оборудования и технологии контроля печатных плат

Для контроля качества печатных плат применяется визуальный контроль, что сопряжено с высокой трудоемкостью и возможными ошибками исполнителя.

Необходимо разработать и внедрить технологию автоматизированного контроля печатных плат для обеспечения операций контроля.

Габаритные размеры оборудования не должны превышать размеров (Ш x Г x В) 700 x 500 x 600. Масса оборудования не должна превышать 20 кг.

В случае превышения указанных параметров в комплект оборудования должен входить стол для организации процесса работы. Контроль выполняется по критериям оценки дефектов, описанных в ГОСТ 23752-79 и ГОСТ Р 56251-2014, ГОСТ Р 53429-2009

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

Для возможности существенного снижения массы агрегатов необходимо на стадии проектирования применять бионический (генеративный) дизайн.

Необходимо разработать программное обеспечение, позволяющее «добавлять» материал на систему каналов, полостей, спроектированных конструктором, а не поиск оптимального варианта конструкции путём удаления участков геометрии из «массивного кубика».

Программное обеспечение должно учитывать следующее:

1. Возможность «добавлять» материал, с применением бионического дизайна, на систему каналов, полостей, спроектированных конструктором;
2. Учитывать области, которые нельзя изменять: крепежные отверстия, фланцы, координаты каналов, полости под размещение, места уплотнений;
3. Учитывать зоны с разными расчетными давлениями в каналах и полостях;
4. С учетом всех ограничений, заложенных конструктором, должно быть сгенерировано правильное и рациональное распределение материала и пустот в объёме с минимальной массой конечной конструкции.
5. Выгруженный файл должен быть в формате твердотельной модели и читаться CAD- системой типа Solid Edge

29. Моделирование внешних воздействий на электронную аппаратуру (ЭА)

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

Требуется разработать инструмент математического численного моделирования процессов, происходящих с электронной аппаратурой при внешних воздействиях:

- механические воздействия (удар, ускорение, вибрация);
- климатические воздействия (температура, давление, влажность);
- электромагнитные воздействия (уровень генерации помех и уровень стойкости при наведении помех).

30. 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 высоко нагруженных 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;

31. Разработка технологии и технологического оборудования для оптического контроля качества и схем армирования плоских и пространственно развитых тканых преформ из углеродного волокна применительно к рабочей лопатке вентилятора из ПКМ.

Для изготовления крупногабаритных лопаток вентилятора из полимерных композиционных материалов (ПКМ) на ткацком станке изготавливается тканая преформа из углеволокна. Для создания преформы применяются нити различной толщины и различные рисунки плетения.

Для контроля качества преформы применяется визуальный контроль, что сопряжено с высокой трудоемкостью и возможными ошибками контролера.

Необходимо разработать и внедрить технологию автоматизированного оптического контроля дефектов и структуры плетения преформ лопаток вентилятора из углеволокна.

32. Разработка оборудования и технологий сварки деталей из термопластичных ПКМ на матрице из ПЭЭК

Разработка оборудования и технологий сварки деталей из термопластичных ПКМ на матрице из ПЭЭК имеющих искривлённую (не плоскую форму) переменную толщину от 1 до 8мм.

33. Разработка методики проектирования "плоских" тканых преформ детали из ПКМ

Требуется разработать методику проектирования "плоских" тканых преформ на основании математической модели детали из ПКМ имеющей сложную пространственную развитую геометрию.

34. 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

Разработка средств для фиксации тканых преформ в деформированном/сдрапированном состоянии совместимых с используемыми смолами на эпоксидной основе.

36. 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°C до 185°C

37. Разработка схем соединения композиционного керамического материала состава SiC/SiC с жаропрочным сплавом

Требуется разработать технологии и схемы соединения композиционного керамического материала (ККМ) состава SiC/SiC с жаропрочным сплавом для эксплуатации сборки с при температуре 1350°C с учетом разницы КЛТР (лопатка -диск, надроторная вставка-корпус).

38. Разработка составов и способов нанесения многослойных покрытий на непрерывное карбидокремниевое волокно, работоспособное при температурах до 1350 °С

Требуется разработать составы и технологии нанесения многослойных покрытий на непрерывное карбидокремниевое волокно, работоспособное при температурах до 1350°С .

Покрытие не должно снижающее механические свойства волокна и способность к текстильной переработке, обеспечивать скольжение волокна и обладать окислительной стойкостью.

39. Методика испытания образцов ККМ на стойкость к термоокислительной деструкции

Методика испытания образцов композиционного керамического материала (ККМ) на стойкость к термоокислительной деструкции.

Необходимо разработать методику оценки скорости эрозионного и коррозионного износа при воздействии высокоскоростного и высокотемпературного пламени, с содержанием окислительных компонентов и мелких частиц

Требуется разработать составы износостойких покрытий, работающих при температуре свыше 700 - 1000^oC в узлах ГТД.

Требуется разработать составы прирабатываемых покрытий, работающих при температуре выше 700 ° в газовом потоке, с твердостью не выше 15HV.

42. 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.

43. Разработка технологии обработки лопаток турбин методом глубинного шлифования и электроэрозионной обработки



Требуется разработать технологии обработки рабочих и сопловых лопаток турбин ГТД методом глубинного шлифования и электроэрозионной обработки с адаптивным распределением припуска по проточной части и бандажным полкам.

44. 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.

45. Разработка технологии изготовления разнотолщинных деталей

Требуется разработать технологию изготовления разнотолщинных ДСЕ на примере "Кромки защитной" вентилятора с применением диффузионной сварки.

Разработать условия деформирования при которых металл будет перераспределяться в требуемом направлении.

Выполнение диффузионной сварки существенно облегчит процесс изготовления подобных деталей.

46. Создание штампов для изотермической штамповки с керамической вставкой.

Требуется разработать технологию создание штампов для изотермической штамповки с керамической вставкой.

47. Разработка технологии ротационной вытяжки заготовок для жаропрочных деталей и сплавов.



Требуется разработать технологию ротационной вытяжки заготовок для жаропрочных деталей и сплавов.