

Список литературы

1. Кузнецов В.И. Критериальная база вихревого эффекта Ранка. – В сб.: Вихревой эффект и его применение в технике. – Самара: СГАУ им. С.П. Королева, 1992, с. 29– 32.
2. Чижигов Ю.В. Развитие теории, методов расчета и промышленное использование вихревого эффекта. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998.
3. Кудрявцев В.М., Цыбров А.Ю. Исследование вихревой трубы, работающей на газах различной физической природы. – В сб.: Вихревой эффект и его промышленное применение. – Куйбышев, КуАИ, 1981, с. 129 – 132.
4. Сафонов В.А., Круть А.А., Зильберварг Б.М. Исследование характеристик ряда диффузорных труб. – В сб.: Вихревой эффект и его применение в технике. – Самара: СГАУ им. С.П. Королева, 1992, с. 37– 42.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРНЫХ ЛОПАТОК ГТД В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Смирнов Г.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Проектирование технологических процессов изготовления лопаток ГТД является сложной творческой задачей. Качественная технология является, как правило, результатом работы коллектива технологов высокой квалификации, отражает многолетние экспериментальные исследования в области различных методов обработки и способов их реализации в конкретных условиях реализации производства. Поэтому технология является «штучным товаром», трудно поддающимся воспроизведению в изменившихся условиях, особенно в условиях «утечки» специалистов высокой квалификации.

На предприятиях с развивающимся уровнем автоматизации технологических процессов, к которым относится ОАО «Моторостроитель», стратегической задачей в сфере проектирования и реализации сложных технологий является создание в рамках предприятия единого информационного пространства или интегрированной информационной среды, охватывающей все этапы жизненного цикла изделия. Нами была осуществлена реализация фрагмента такой среды на примере проектирования технологии электрохимической размерной обработки профиля пера двух средне-

габаритных лопаток компрессора. Для этого была использована PDM-система SmarTeam, являющаяся универсальной системой проектирования технологических процессов. Она является сетевой, многопользовательской, обеспечивающей работу всех технологов в едином информационном пространстве с конструкторами и другими специалистами предприятия, что обеспечивает возможность заимствования ранее подготовленных данных другими специалистами, информация которых используется в ТП. Заимствование обеспечивает механизмы создания иерархических и логических связей между информационными объектами, что позволяет представить ТП в виде «паутины» ссылок на неограниченное количество данных в пределах всей базы данных предприятия. При этом технологический процесс представляется в системе в виде древовидной структуры, узлами которой являются номера операций и номера переходов, в состав этих объектов вводят наименования и содержания операций, оборудование и другие компоненты ТП. Следует отметить, что текстовая технологическая документация по требуемой форме и карты эскизов формируются автоматически.

В результате проведенной работы были созданы электронные объемные модели титановой и стальной лопаток с помощью системы UniGraphics 17; создана электронная иерархическая структура обоих технологических процессов с отображением реальных связей и баз данных по операциям. Детально, с наполнением баз данных и связей между ними была проработана иерархическая структура операции ЭХО. В частности, созданы и использованы базы данных по электролитам (рис. 1), по электродам - инструментам, по режимам обработки, по материалам заготовок. В процессе наполнения баз использованы результаты проведенных нами ранее комплексных исследований по обрабатываемости указанных материалов, исследования по влиянию технологической наследственности на точность и качество поверхностного слоя после электрохимической обработки профиля пера с целью оптимизации режимов обработки и электролитов.

Были созданы также пространственные модели электродов-инструментов, как пример выполнения объемной модели оснастки на операцию. При этом в специальном модуле пакета создавалась заготовка будущего электрода в виде прямоугольного параллелепипеда на рабочий слой заготовки электрода импортировался профиль пера лопатки с электронного чертежа. С помощью булевой операции профиль «вычитался» с рабочей поверхности заготовки. В результате был получен профиль рабочей поверхности электрода-инструмента и далее к электроду были добавлены фланцевая часть и элементы крепления. Файл электронного чертежа был сохранен в архиве оснастки (рис. 2).

же технологии электрохимической обработки профиля пера обеих лопаток по отдельным переходам.

С помощью программного комплекса ANSYS была определена деформация пера лопаток после ЭХО в результате удаления слоя материала с локализованными в нем остаточными напряжениями, наследованными с предыдущей обработки. С помощью программы, моделирующей процесс электрохимического растворения в точке были рассчитаны ожидаемые погрешности формы (конечная разность линейных размеров) в наиболее неблагоприятных точках профиля пера с учетом определенных выше деформаций пера. Причем конечная погрешность определялась как для случая непосредственного воздействия на точность путем простого суммирования, так и для случая так называемого ЭХО с перезакреплением. То есть растворения за два перехода при котором вначале удаляется меньшая часть припуска с остаточными напряжениями, затем процесс прерывается и вспомогательная база лопатки закрепляется в новом положении, определяемом деформацией удаления напряженного слоя. А затем процесс ЭХО возобновляется. Для точечной модели ЭХО это эквивалентно возобновлению растворения на зазоре, изменившемся на величину деформации. Моделирование растворения осуществлялось за несколько циклов. В каждом цикле изменялись входные параметры заготовки: величина начального припуска и его неравномерность.

В результате были получены ряды значений начальных условий по припускам и соответствующих им конечных погрешностей с учетом деформаций от наследственных остаточных напряжений. Тем самым за несколько итераций были определены требования на величину минимального припуска по перу и его неравномерности, обеспечивающих обработку пера с заданной конечной погрешностью. Полученные требования были использованы при составлении операционной карты на ЭХО в разделе требований к заготовке. На базе полученных структур ТП по примеру детализации структуры ЭХО в дальнейшем возможно осуществление полного объема работ по всем операциям указанных технологических процессов.

Таким образом, нами было реализовано проектирование технологического процесса изготовления лопаток компрессора ГТД в едином информационном пространстве на уровне маршрута с детализацией на уровне операционной технологии для операции электрохимической обработки пера лопатки, проектирование оснастки (электродов), моделирование процесса ЭХО с целью выработки технических требований к припускам на электрохимическую обработку и ее режимов

Проведенная работа поможет не только значительно ускорить выпуск технологической документации, но и реализовать вариантное проектирование технологии с выбором оптимального, а также созданию «базы

знаний» по практическому обучению новых специалистов. Средствами SmartTeam возможны быстрые изменения в созданном ТП в случае, например, изменения геометрии лопатки, ее материала, изменения способа получения заготовки.

ФАКТОРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ПЕРА ЛОПАТОК КОМПРЕССОРА ГТД

Смирнов Г.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Использование ВСШ и других прогрессивных способов для получения заготовок лопаток компрессора в принципе снижает объем последующей обработки пера, но только при использовании высокоточных методов обработки. Ограничения в использовании методов связаны со значительной неравномерностью припуска при ограниченной величине его минимального значения. Именно поэтому, например, после ВСШ подразумевается одноступенчатая окончательная обработка пера от готового замка, как от базы. Использование различных методов механической обработки (лезвийным инструментом, или шлифованием), способных обеспечить заданную точность, не всегда желательно с точки зрения формирования качественного поверхностного слоя, свободного от технологических остаточных напряжений (т.о.н.). Все механические методы подразумевают значительный градиент температур и сил в зоне резания, что является первопричиной появления т.о.н. Идеальным в этом смысле является метод круговой размерной электрохимической обработки пера (ЭХО), который практически исключает условия формирования значительных т.о.н. в поверхностном слое. Импульсный вариант ЭХО позволяет получить требуемую точность формы, но на деталях высокой жесткости. При обработке пера лопаток компрессора методом ЭХО в процессе обработки и особенно после нее проявляется действие ряда негативных факторов, не связанных, в основном, с природой самого метода. Формирование данных факторов осуществляется на предыдущих стадиях обработки лопаток, а их проявление в момент и после рассматриваемой обработки (в данном случае ЭХО) получило название технологической наследственности. В процессе обработки выявлены действия по крайней мере двух таких факторов - т.о.н. в поверхностном слое пера перед ЭХО и насыщение поверхности водородом до и после ЭХО. Если первый фактор оказывает влияние на точностные параметры ЭХО: смещение центров тяжести сечений пера относительно номинального расположения и изменение углов закрутки профилей сечения, то второй определяет качество поверхностно-