

для изготовления подушек авиационных кресел, элементов покрытий и обшивки интерьера, тепло- и звукоизоляционных панелей. Применение лёгких и

сверхлёгких материалов позволяет снизить массу изделия до 80%, по сравнению с монолитным полимером

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ И МЕТОДА ВИРТУАЛЬНЫХ СБОРОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МОНТАЖНЫХ ОПЕРАЦИЙ

© 2012 Сибирский В.В, Чотчаева С.К.

Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону

USING COMPUTER MODELS SPATIAL DIMENSION CHAINS AND DATABASE OF VIRTUAL ASSEMBLIES FOR IMPROVEMENT OF ASSEMBLY OPERATIONS PERFORMANCE

© 2012 Sibirsky V.V., Chotchaeva S.K.

DonStateTechnicalUniversity, Rostov-on-Don

The coupled three dimensional chains defining the precision parameters of assembly was built for the mounting of power plant on the helicopter's airframe. For the assembled structure the dimensional forward and inverse problems were stated and numerical algorithm of its resolving was developed. Considering as the "grey box" the 3D dimensional chain with known architecture but unknown sizes of each parts we created the database of the virtual assemblies which was used to find the assembly – analog, and further to the synthesis of one step setting of the moving compensators at mounting of the real world aggregate.

Сборка, являясь завершающим этапом изготовления изделия, определяет его качество, эксплуатационные показатели, а ее трудоемкость в значительной степени определяет общие затраты, связанные с изготовлением изделия. Например, в авиастроении до 40% и более общей трудоемкости приходится на сборку. Сложность авиационных конструкций, деталей и узлов, большое число разъемов и стыков, базирование которых задано в пространстве и часто привязано к сложным поверхностям, отличают их от изделий общего машиностроения. Малая серийность изготовления изделий авиастроения не всегда позволяет использовать точную и производительную оснастку. В тоже время требования к точности и качеству изготовления диктуются необходимой надежностью и тактико-техническими требованиями летательных аппаратов.

Работоспособность исполнительных поверхностей отдельных частей изделия

определяется их относительным положением или движением. В конструкциях ЛА размеры многих узлов и деталей входят в трехмерные связанные размерные цепи (РЦ). Их выявление, анализ, а в дальнейшем и расчет, необходимы для достижения точности исходных – замыкающих звеньев. При этом возникает необходимость решения, как прямой, так и обратной задачи. Это особенно актуально при обеспечении точности методом регулирования, когда в процессе проектировании изделия и технологии его сборки, необходимо найти зависимость замыкающего звена от составляющих звеньев, а затем по замыкающему – исходному звену определить величины компенсирующих звеньев и требуемый диапазон их регулирования. Такая необходимость возникает при сборке и монтаже силовых установок самолетов и вертолетов на собранных фюзеляжах. Монтаж двигателей самолетов осуществляется

непосредственно к силовым шпангоутам и продольным балкам фюзеляжа при помощи стержней-подкосов, изменяя длину которых можно задать необходимое положение оси двигателя в системе координат самолета. Установка двигателя производится по предварительно рассчитанным длинам стержней, после чего требуемое пространственное положение двигателя достигается регулированием длин этих компенсирующих звеньев в несколько стадий. Аналогичная, но более сложная задача возникает при монтаже двигателей вертолета, когда необходимо обеспечить соосность двигателя и входного вала главного редуктора, предварительно установленного на фюзеляже. Излом осей двигателя и редуктора определяют косвенно по параллельности разъемных плоскостей фланца двигателя и редуктора, а поворот двигателя вокруг своей оси – по рискам, нанесенным на эти фланцы. Здесь имеется пространственная размерная цепь, связывающая положение двигателя и редуктора в системе координат вертолета. Достижение требуемой соосности производится регулированием положения переднего пояса двигателя путем изменения длин опорных подкосов, прикрепляемых к кронштейнам на потолке фюзеляжа. Существенно то, что регулированием таких компенсаторов производится достижение точности обоих замыкающих звеньев – углов излома осей и поворота.

В работе на примере размерной цепи конструкции силовой установки вертолета и технологии регулировки при ее монтаже рассмотрена методика построения и аналитического описания геометрии пространственных связанных размерных цепей, обсуждаются численные алгоритмы, необходимые для решения прямой и обратной задач, даны некоторые результаты компьютерных расчетов и полученные на этой основе рекомендации по назначению размеров компенсаторов и реализации алгоритма достижения точности основе базы данных виртуальных сборок с использованием программного средства моделирования размерных связей сборки. Для оптимизации процесса

достижения точности сборки использован подход, основанный на построении точной аналитической модели размерной цепи (структуры "серого ящика"), создании базы данных виртуальных сборок, где размеры внутренних звеньев варьируются случайным образом внутри известных полей допусков согласно равномерному или нормальному закону распределения, поиске в базе данных "сборки-аналога", т.е. такого "серого ящика", чей отклик на управляющее воздействие наиболее близок отклику собираемого узла, и, наконец, формировании управления им, т.е. значений размеров подвижных компенсаторов, которые обеспечивали достижение точности "сборки-аналога".

Необходимым элементом данного подхода является решение прямой и обратной задач для размерной цепи. Корректное решение прямой задачи с учетом вариации величин составляющих звеньев позволяет правильно назначить конструктивные параметры регулируемых компенсаторов, тогда как обратная задача позволяет прогнозировать влияние изменения каждого компенсатора на замыкающие звенья, т.е. является технологическим инструментом. На основе математической модели связанной трехмерной РЦ монтажа силовой установки вертолета разработан метод повышения производительности и точности технологии монтажа, использующий поиск и заимствование данных сборки – аналога в базе данных виртуальных компьютерных сборок, построенной путем генерации значений всех элементов РЦ внутри заданных полей допусков. Для сформулированных прямой и обратной задач рассмотренной пространственной связанной РЦ силовой установки разработаны и реализованы в виде алгоритмов и компьютерной программы методы решения, использующие в качестве исходных данных заимствованные из КД внутренние размеры собираемого агрегата результаты замеров замыкающих звеньев (прямая задача) и подвижных компенсаторов (обратная задача). С использованием построенной математической модели связанной пространственной РЦ выполнен

размерный анализ агрегатов, позволивший связать показатели точности сборки с размерами трех подвижных компенсаторов – регулируемых подкосов, уточнить их номинальные размеры и диапазоны регулирования. Натурными и численными экспериментами подтверждена эффективность формирования закона регулирования подвижных компенсаторов на основе поиска сборки – аналога и

рассмотрения РЦ как «серого ящика». Разработанная методика позволяет сократить количество регулировок с 7-15 до одной, выполняемой по результатам однократного замера зазоров и одного обращения к базе данных, повышая производительность трудоемких монтажных операций, точность, и надежность высокотехнологичных изделий авиастроения.

УДК 629.7.05

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МУЛЬТИКОПТЕРА

© 2012 Д.В. Ситников, Ю.А. Бурьян, Г.С. Русских

ФГБОУ ВПО Омский государственный технический университет, Омск

MOTION CONTROL SYSTEM OF MULTICOPTER

© 2012 Sitnikov D.V., Burian Y.A., Russkih G.S.

The principle of synthesis of multicopter control systems consisting of two subsystems: motion control system of center of mass and angular stabilizations system. The control system is implemented on the basis of the microcontroller, whose mission is to provide a multicopter movement for a given route and control the stabilization of the apparatus in the air in a horizontal or in a specified angular position by applying control signals to engines.

Малые беспилотные летательные аппараты (МБПЛА) можно разделить на три группы: самолетного типа, вертолетного типа и мультироторные БПЛА. Мультироторный БПЛА (мультикоптер) представляет собой летающую платформу с 3, 4 (квадрокоптер), 6, 8 и более электродвигателями с винтами. В полете платформа занимает горизонтальное положение относительно поверхности земли, может висеть над определенным местом, свободно перемещаться во всех направлениях. Система управления (далее автопилот) использует данные датчиков, изготовленных по MEMS-технологиям: датчик, акселерометра, магнитометра, барометрического датчика и GPS.

Синтез автопилота в данной работе рассмотрено на примере квадрокоптера. Квадрокоптер может быть использован как средство для многих

целей, например для топографической фотосъемки.

Автопилот состоит из двух подсистем: системы управления движением центра масс, формирующей программное значение углового положения корпуса квадрокоптера и системы угловой ориентации, обеспечивающей разворот в заданное угловое положение.

Математическая модель движения квадрокоптера

При составлении математической модели рассматривалось две системы координат: неподвижная система координат $Oxyz$ и связанная система координат $Ox_1y_1z_1$ (Рис. 1).