

МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ И ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ В АГРЕГАТНО-СБОРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.

© 2012 С.Ф. Тлустенко

Самарский государственный аэрокосмический университет
им. академика С.П. Королева(национальный исследовательский университет)

Развитие систем автоматизированного проектирования технологических процессов сборки летательных аппаратов требует совершенствования методов и средств обеспечения взаимозаменяемости и точности изготовления сборочных единиц, что оказывает определяющее влияние на состав, структуру и схему технологического оснащения, экономические показатели сборочного производства. Поэтому проектирование сборочных процессов и средств их оснащения должно осуществляться с учетом комплекса анализируемых факторов.

Ключевые слова: сборка, автоматизация, проектирование, точность, взаимозаменяемость, технологические процессы, маршруты, методы, способы, базирование, моделирование.

В настоящее время нет единой теории прямого синтеза сложных технических систем, подобных самолету, поэтому их проектирование осуществляется методом последовательных приближений в многошаговом итерационном процессе, осуществляемом в последовательности гипотеза — модель — анализ — принятие решения по результатам оптимизации. Любому конкретному контуру сопряжения a_i b_i соответствует определенный вид уравнения $A=F_{(i,j)}$, что позволяет классифицировать сопряжения элементов конструкции в зависимости от характера пространственной взаимосвязи. Если уравнение возможных перемещений сопряженных тел содержит только поступательные возможные перемещения то класс подвижности будет поступательным, если только вращательные — класс подвижности будет вращательным, а если уравнение содержит и поступательные и вращательные перемещения, то класс подвижности будет составным. Если уравнение возможных перемещений сопряженных элементов может быть записано в виде совокупности возможных перемещений, связанных только дизъюнкцией, то такое уравнение будет относиться к дизъюнктивному

классу подвижности, и обозначается a_i Vb_i . Наибольшая часть сопряжений элементов планера ЛА друг с другом и с элементами сборочной оснастки относится именно к дизъюнктивным классам подвижности.

Технологический процесс сборки элементов конструкции планера ЛА связан, в основном, с получением геометрических функциональных контуров. В процессе сборки конструктивного контура F^* его звенья образуют связанную систему тел, в которой точность положения любого звена и, следовательно, точность положения его поверхностей, входящих в функциональный контур $F1$, зависит от других звеньев. Эта зависимость является размерной связью звеньев контура F^* . Принципиальное значение имеет то, что размерные связи между самими элементами изделия являются конструктивными, а между элементами изделия, технологической оснастки, инструмента и оборудования — технологическими.

При таком подходе размерные связи описываются размерными цепями или графом размеров, вершинами которого являются поверхности, линии и точки, соединяемые размерами в виде ребер (дуг), граф. Простая размерная цепь

соответствует простому циклу в графе размеров. Связанная размерная цепь соответствует такому графу структуры сувязкой размеров, который содержит не менее двух простых циклов. Каждому простому циклу соответствует алгебраическое уравнение простой размерной цепи, а число таких уравнений при сложной структуре размерных связей равно числу простых циклов в графе представления размеров. Ξ

Таким образом, в собираемой системе Аиз условно твердых тел множество L^* ребер графа размеров $L = (J^*, L^*)$ состоит из подмножества собственных размеров элементов $a_i \in A$, соединяющих поверхности, линии и точки этих элементов, и подмножества размеров сопряжений, соединяющих сопрягаемые поверхности разных элементов $m, b_i \in m$. В физическом смысле размеры сопряжений являются представлением конструктивных полей допусков на размеры. Основным показателем геометрического, по степени качества выполнения сборки функционального контура является его точность. В соответствии с этим принимаем, что точность контура $F(\Delta t)$ обеспечена, если для каждого параметра множества m этого контура выполнено условие $F(\Delta t) \leq [F(\Delta t)]$.

Для каждого агрегата, поступающего на сборку, известен технологический процесс, включающий сведения о времени и состоянии технологического маршрута в заданной точке. Координаты точек на плоскости известны. Обозначим $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{ij})$ - множество точек технологического маршрута i -ого узла, где каждая точка $r_{ij} = r_{ij}(x_1, x_2, x_3, t)$ соответствует расчетной точке; x_1, x_2 - координаты точки технологического маршрута в горизонтальной плоскости; x_3 - координата в вертикальной плоскости данной точки i -ого агрегата; t - время обработки расчетной точки. Участком заданной траектории сборки агрегата является отрезок между точками r_{ij} и r_{ij+1} . Далее для упрощения изложения будем называть его участком технологического маршрута

узла. Положение i -ого узла в пространстве E в k -й момент времени характеризуется точкой $f_{ik}(x_{1k}, x_{2k}, x_{3k}, t_k)$, образованный парой:

$$S_0 = \langle S_{0ax}, S_{0abx} \rangle \text{ такой, что}$$

установлено соответствие между S_{0ax} и некоторой точкой f_{ax} , производственного пространства с координатами $f_{ax} = (\min(x_1), \min(x_2), \min(x_3))$ и между S_{0abx} и $f_{abx} = (\max(x_1), \max(x_2), \max(x_3))$, где $\min(\dots), \max(\dots)$ - соответственно наименьшее и наибольшее из значений координат точек данного участка сборки в E .

Любой точке $f_{ik}(x_{1k}, x_{2k}, x_{3k}, t_k)$, однозначно соответствует некоторая точка s в опорном базисе событий в экземпляре $M_{(Q)}$ (в разных его интерпретациях). С учетом сделанных допущений о характере технологического маршрута представлением сборки i -ого узла R_i является последовательность мультивекторов $S(A) = (S^{\alpha\beta\nu(p)} | (p) \in (P_i)) \Leftrightarrow R_i$, в которой выход предыдущего мультивектора совпадает с входом последующего $((P_i) \subset (P))$ - множество индексов, выделенных для мультивекторов сборки i -го узла. Для каждого мультивектора этой последовательности выполняется $S^{\alpha\beta\nu(p)} \Leftrightarrow r_{ij} \in R_i$, в силу которого $S^{\alpha\beta\nu(p)}$ есть мультивектор пары событий входа на участок заданной траектории сборки и выхода с него. Тогда из аксиомы о физической интерпретации базисов событий в любой момент времени t_k путём линейных преобразований можно определить координаты точки s формального представления агрегата во всех интерпретациях опорного базиса, что соответствует уравнениям движения узла по участку от r_{ij} к r_{ij+1} :

$$x_{1k} = r_{ij} + dtW \sin K;$$

$$x_{2k} = r_{ij} + dtW \cos K; x_{3k} = r_{ij} + dtV_y,$$

где W, V_y, K - параметры движения агрегата - путевая скорость, вертикальная скорость, путевой угол участка технологического маршрута. Соответственно, обеспечивается

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДЕГРАДАЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДВУХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ.

© 2012 Тоискин Г.Н.

Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону.

COMPARATIVE TESTS OF THE DEGRADATION MECHANICAL PROPERTIES 2 COMPOSITE MATERIALS IN HIGH HUMIDITY AND TEMPERATURE.

© 2012 Toiskin G.N.

The matrix absorbs moisture from the environment and plasticized, if the product is made of polymeric composite materials (PCM) is used in conditions of high humidity and temperature. The value of the glass transition temperature (T_g) and the limiting temperature of use of the product decreases. Use the following types of tests to determine the extent of degradation of mechanical properties of PCM: three-point bending, compression, and computation of the glass transition point.

1. Механизмы влагопоглощения.

В процессе работы испытания проводились для 2-х материалов ВПС-7 и ВПС-31, которые вырезались из лопасти несущего винта.

Для исследования расположения влаги в образце, изготовленном из эпоксидного композиционного материала армированного стекловолокном, был использован метод рентгеноэлектронной спектроскопии. Были получены все спектры и результаты разложения линии кислорода и углерода на составляющие, из которых следует, что жидкость присутствует в эпоксидной части материала в связанном виде и на границе раздела между стекловолокном и матрицей. Выяснилось что, наиболее опасным местом, с точки зрения проникновения влаги, являются места нарушения целостности изделия (отверстия, срезы).

Отмечено, что при высыхании механические свойства восстанавливаются [1], но при этом геометрия изделия остаётся деформированной.

2. Оценка степени деградации физических и механических свойств.

Цикл испытаний механических свойств полимеризованного ламината на

основе терморезактивного связующего должен включать короткобалочный изгиб и сжатие [2].

2. 1. *Трёхточечный короткобалочный изгиб.*

Были проведены испытания на трёхточечный короткобалочный изгиб.

Целью испытаний было определение полной деформации и фиктивного модуля образцов, хранившихся при нормальных условиях и выдержанных в климатической камере.

Нагрузка выбиралась, исходя из максимальных напряжений, действующих на лопасть несущего винта.

Деградация упругих свойств материалов в результате климатического воздействия составила в материале ВПС-7 - 28%, в материале ВПС-31 – 18%. Общая деформация изгиба образцов в результате климатического воздействия увеличилась в материале ВПС-7 на 36%, в материале ВПС-31 – на 26%. Деформация ползучести при деформации изгиба в результате климатического воздействия увеличилась в материале ВПС-7 с 0,02 мм до 0,04 мм, в материале ВПС-31 – с 0,01 мм до 0,02 мм.

2.2. *Сжатие.*

Все испытания проводились согласно требованиям [2].