

Схема модуля оптимизации на основе решения непрерывных сопряженных

уравнений представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Схема модуля оптимизации

Блоки программы, изображенные белым цветом – это существующий коммерческий код для решения прямой задачи и генерации сетки. В зависимости от предпочтений пользователя может использоваться произвольный CFD пакет и генератор сетки.

УДК 621.9.08

Блоки программы, изображенные голубым цветом, подлежат проработке и тестированию. Сопряженный решатель может быть разработан на основе открытого CFD кода OpenFoam.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛОПАТКИ КОМПРЕССОРА ГТД СИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА «МАКСИМУМ-МИНИМУМ»

© 2012 Печенин В.А., Болотов М.А.

"Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет)", Самара.

DEVELOPMENT EVALUATING MEASUREMENT ERRORS OF GTE COMPRESSOR BLADE SURFACE MODEL USING «MAXIMUM-MINIMUM» METHOD

© 2012 Pechenin V.A., Bolotov M.A.

Samara State Aerospace University, Samara.

In this paper development mathematical model of errors measurement of compressor blade. This model may be useful in process control and production compressor blade. Measurement, minimum maximum method, matrix of transformation, controllable section.

Контроль сложных поверхностей в авиастроении и авиационном двигателестроении является одной из самых сложных метрологических задач. Сложная поверхность деталей зачастую задаётся аппроксимативными моделями относительно базовых поверхностей. В процессе измерений необходимо осуществлять совмещение системы координат измеряемой детали и 3D модели. Для этого производится измерение базовых поверхностей и определение системы координат детали. В работе разрабатывается модель оценки погрешностей измерения поверхности лопатки компрессора, возникающих при измерении базовых поверхностей хвостовика. Предполагается, что контроль ведётся с использованием координатно-измерительной машины (КИМ) [1].

Постановку задачи определения погрешности можно сформулировать следующим образом: погрешность измерения точки $M(z_n; y_n; z_n)$ будет равна разности положений данной точки в двух системах координат O и O' . Система координат O , построена по номинальным положениям плоскостей, а O' - по деформированному относительного номинального положению. Таким образом, необходимо определить возможные положения систем координат O' . Далее найти разность положений точки M , и определить наибольшее из них.

Изначально заданы: геометрические характеристики хвостовика типа ласточкин хвост, по которому происходит базирование; допуски T , определяющие погрешность рассеивания значений. Чертеж задачи представлен на рисунке 1.

Задача была решена в двухмерной (плоскость YOZ) и в трехмерной постановках (рисунок 2).

Алгоритм для нахождения отклонения по методу максимума-минимума (рисунок 2):

1 Задаются уравнения смещенных плоскостей хвостовика, по которым производится базирование;

2 По найденным уравнениям плоскостей находится уравнения смещенных осей и центра системы координат лопатки;

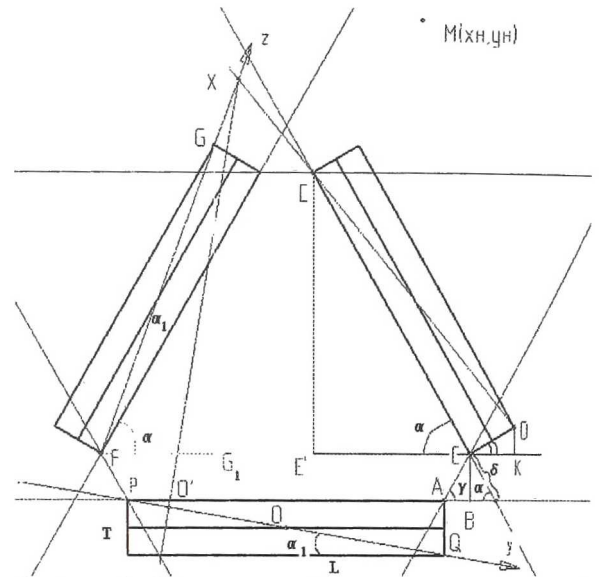


Рисунок 1 – Чертеж полей рассеивания плоскостей хвостовика в двухмерной постановке

Находится пять точек (P_0, P_1, P_2, P_3, P_4), не лежащих в одной плоскости, при помощи которых фиксируется композиция углов наклона и переносов точки начала координат полученного нового репера, что в совокупности позволяет создать матрицу преобразования координат любой точки из номинальной системы в «деформированную»;

3 Умножая вектор номинальных координат любой точки поверхности пера лопатки на матрицу преобразования, получим новые координаты точки в «деформированной» системе координат.

4 Сравниваются различные погрешности базирования для выбранной измеряемой точки при всех возможных сочетаниях положений плоскостей хвостовика, наибольшее значение и есть искомая погрешность.

Задача была решена в системе MATLAB [2].

Достоверность метода оценивалась в результате сравнения теоретических и экспериментальных оценок погрешностей, полученных в результате проведения экспериментов на установление повторяемости измерений с помощью КИМ.

Сравнивая полученные данные (таблица 1) можно отметить, что расхождение в величине погрешности составляет до:

- 30% между оценками, полученными по методу «максимума-минимума» и экспериментальными данными.

- 8...20% между оценками, полученными по методу «максимума-минимума» в двух и трех мерных постановках. Это можно объяснить тем, что появляется дополнительная компонента погрешностей (вдоль оси X), которая влияет на положение определяемой системы координат.

Анализируя характер погрешности можно отметить, что в процессе измерений наибольшую составляющую вносит угловая компонента позиционирования, что подтверждается возрастанием погрешности по высоте контролируемых сечений.

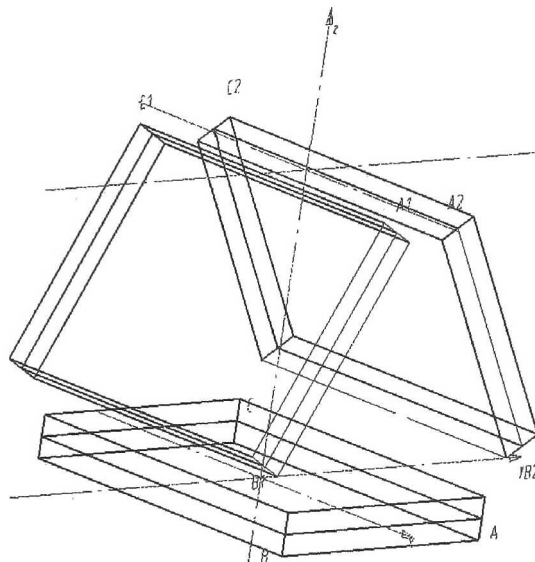


Рисунок 3 – Области рассеивания хвостовика лопатки в трехмерной постановке

Таблица 1 – Контрольные точки на поверхности пера и оценки погрешности измерения, мм

№	Координаты точки, (x; y; z)	Модели оценки погрешностей измерения по методу «минимума-максимума»		Экспериментальные бс (σ)
		В двухмерной постановке	В трехмерной постановке	
1	-1.886; 64.433; 17.001	0,0059	0,0082	0,0090 (0,0015)
2	4.115; 36.406; 17.002;		0,0074	0,0072 (0,0012)
3	-1.330; 10.243; 16.994;		0,0065	0,0063 (0,0011)
4	-6.253; 9.453; 100.115;	0,0138	0,0148	0,0090 (0,0015)
5	3.372; 36.394; 100.126;		0,0153	0,0120 (0,0020)
6	5.824; 64.643; 100.133;		0,0166	0,0120 (0,0020)
7	12.191; 60.978; 172.837;	0,0245	0,0273	0,0144 (0,0024)
8	4.064; 36.383; 172.827;		0,0262	0,0156 (0,0026)
9	-9.620; 13.276; 172.813		0,0258	0,0144 (0,0024)

УДК 621.9.08

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ УГЛОВОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ДИСКАХ И ВАЛАХ ГТД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА «МАКСИМУМ-МИНИМУМ»

© 2012 Печенин В.А., Болотов М.А.

"Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет)", Самара.

DEVELOPMENT EVALUATION MEASUREMENT UNCERTAINTY ANGULARITY POSITION HOLE IN DISCS AND SHAFTS GTE MODEL USING «MAXIMUM-MINIMUM»