

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ БАЗИРОВАНИЯ В НАЛАДКЕ ПОМКЛ – БЛИК В СИСТЕМЕ АППРОКСИМАТИВНОГО АНАЛИЗА ДВУМЕРНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ ВЕРОЯТНОСТИ

Болотов М.А., Жидяев А.Н., Лёзин И.А., Сурков О.С., Шитарев И.Л.

Самарский государственный аэрокосмический университет

### RESEARCHING ERROR OF BLADE LOCATING IN THE POMKL – BLIK FIXTURE BY THE SYSTEM OF APPROXIMATE ANALYSIS OF DOUBLE-DIMENSIONAL DENSITIES OF PROBABILITY

*Bolotov M.A., Zhidyayev A.N., Lyozin I.A., Surkov O.S., Shitarev I.L. Measuring error of blade locating in the POMKL - BLIK fixture by the coordinate measuring machine. Processing data by the system of approximate analysis of double-dimensional densities of probability.*

В механической системе приборов ПОМКЛ и ПОМКЛ – БЛИК для измерения профиля пера лопаток ГТД присутствует специализированная наладка, предназначенная для базирования измеряемых лопаток. Как правило, создание приборов типа ПОМКЛ – БЛИК производится на основе доработки наладки от прибора ПОМКЛ и замены оптико-механической системы на лазерную измерительную систему. Таким образом, точность измерения лопаток в значительной степени обусловлена погрешностями базирования в наладке.

Отсюда немаловажным является вопрос определения статистически обоснованных погрешностей наладки. Отметим, что погрешности базирования имеют объемный характер и соответствующую функцию распределения, описываемую в четырехмерном пространстве  $f(x, y, z)$ . Сложность и отсутствие наглядности анализа такой функции подталкивает перейти к анализу двумерных функций распределения  $f(x, y)$  в предположении малозначительности погрешностей вдоль оси  $z$ . Данное предположение может быть учтено дополнительным исследованием по оси  $z$ .

Появление погрешностей базирования является случайным процессом, зависящим от множества факторов. Характер распределения может показать на действующие факторы в системе. Анализируя распределение погрешности, мы имеем возможность получать информацию не только о величинах действующих погрешностей, но и также об их конфигурации, форме и направлениях, что позволит представить более глубокое

понимание взаимодействия механических частей в системе.

С целью определения погрешностей был спланирован и осуществлен статистический эксперимент с использованием координатно-измерительной машины (КИМ). Наладка устанавливалась на стол КИМ. Наладка представляет собой основание, устанавливаемое на направляющую систему прибора, и сменный цилиндрический эталон, задающий ось  $Z$  замка типа «ласточкин хвост» (на рис. 1 изображена объемная модель наладки, которая использовалась для разработки измерительной программы для КИМ).

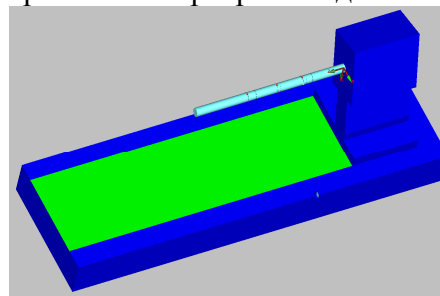


Рис. 1. Подготовленная объемная модель для измерения поля рассеивания погрешностей базирования в наладке приборов ПОМКЛ и ПОМКЛ – БЛИК

В серии из 30 снятий и установок цилиндрического эталона производилось измерение ряда точек лежащих на окружностях в трех сечениях эталона.

Полученный статистический материал обрабатывался в программном комплексе аппроксимативного анализа двумерных плотностей вероятности. С целью оценки качества измерений была поставлена задача определения характеристик набора полученных измерений. С помощью комплекса стро-

ится аналитическая модель для плотности вероятности, характеризующей распределение отклонений измеренных координат точек лопаток от их эталонных значений. Эта модель восстанавливается из экспериментальных данных в некотором ортогональном базисе и представляет собой сумму двумерных ортогональных функций, коэффициенты перед которыми определяются в процессе анализа. Используя данное выражение, можно определить различные характеристики: точку с максимальной вероятностью, математическое ожидание, границы области, в которой измеренная характеристика окажется с заданной вероятностью, вероятность выхода за пределы зоны допустимой погрешности и т.д.

Для каждой лопатки по результатам серии измерений строится так называемое «пятно рассеивания» (рис. 2) измеренных координат по осям  $x$  и  $y$  с центром в точке математического ожидания. Для пятна рассеивания, которое имеет форму эллипса, рассчитываются уравнения линий, на которых лежат его меньшая и большая полуоси, а также величины этих полуосей.

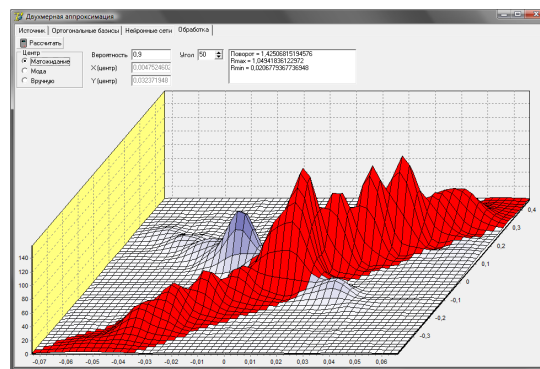


Рис. 2. Пятно рассеивания отклонений измерений от эталонных значений

Рассчитанные значения математического ожидания для значений отклонений измеренных координат наладки, являющиеся центром пятна рассеивания, позволяют оценить абсолютную величину смещения, вызванную погрешностью смещениями наладки при перестановках. Величины полуосей полученного эллипса характеризуют рассеивание получаемых результатов по направлениям полуосей, что также выражается в ширине пятна контакта. Угол разворота осей эллипса, вероятно, вызван присутствием в наладке вращающегося зажимного механизма. Он позволяет оценить влияние действия кругового зажима. Графический анализ полученных данных представлен на рис. 2.

УДК 621.45.0.002.2

## ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ АДЕКВАТНЫХ ОБЪЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ ИМЕЮЩИХ ИЗНОС ПОВЕРХНОСТЕЙ

Болотов М.А., Жидяев А.Н., Сурков О.С., Шитарев И.Л.

Самарский государственный аэрокосмический университет

## PARTICULARITIES OF APPROPRIATE 3D MODEL CREATION OF FEATURES WITH WEAR

*Bolotov M.A., Zhidyev A.N., Surkov O.S., Shitarev I.L. Presented materials are devoted to scanning feature with wear, processing data by CAD systems, defining optional density of scanning.*

Зачастую в практике появляются задачи построения объемных моделей деталей, для которых нет конструкторской документации, однако имеются образцы, подвергшиеся износу. Восстановление деталей имеющих поверхности регулярной геометрии (плоские, цилиндрические, конические) зачастую не вызывают особого труда. Эти поверхности можно измерить универсальным инструментом и подобрать размер и до-

пуск по машиностроительным справочникам, исходя из назначения поверхности. Со сложными поверхностями возникают следующие проблемы:

- 1) необходимость использования специфического измерительного оборудования (координатно – измерительных машин);
- 2) требуется не только получить координаты точек поверхности, но и определить закон изменения поверхности;