

Привязка системы координат при измерениях деформации модели методом видеограмметрии

М.В. Бусарова, В.П.Кулеш

Центральный Аэрогидродинамический Институт имени профессора Н.Е. Жуковского (ФГУП ЦАГИ)

При измерениях деформации модели в аэродинамическом эксперименте бесконтактным методом видеограмметрии [1,2] возникает проблема привязки измерительной (приборной) системы координат к системе координат аэродинамической трубы. Система координат, которая задается в процессе автокалибровки, лишь приблизительно связана с системой координат аэродинамической трубы. Эта связь задается точностью установки модели в исходное нулевое положение, а как показывает практика, эта точность далеко не соответствует требуемой точности измерений. В большей степени это относится к измерениям угла тангажа, так как при изменениях ориентации измерительной системы координат возникают значительные взаимные влияния других углов.

В данной работе предложено привязывать плоскость Oxy измерительной системы координат к плоскости движения модели по углу тангажа. Для этого в трубе без потока должно быть получено множество рабочих изображений модели при проходе по углам тангажа в заданном диапазоне углов. Эта процедура условно названа мультиметрией. Предложенный метод был опробован при измерениях деформации полной модели пассажирского самолета в рабочей части №1 аэродинамической трубы Т-128.

Измерения были выполнены видеограмметрическим методом с одной регистрирующей камерой. Для реализации метода мультиметрии была задана параметрическая гипотеза о движении модели, включающая параметры исходного положения модели: смещения dx и dy модели как целого и угловые отклонения $d\alpha$, $d\beta$ и $d\gamma$. При проходе модели по углам тангажа без потока в режиме имитации было получено 87 изображений, в диапазоне угла от $-1,9$ до $+12,8^\circ$. Искомые параметры определялись путем минимизации измеренных и заранее известных координат модели во всем множестве положений модели. Все вычисления по этой процедуре выполнялись с помощью специализированной программы. Найденные параметры преобразования координат при этом оказались равными: $dx = 5,0$ мм, $dy = 14,73$ мм, $d\alpha = 1,43^\circ$, $d\beta = 0,72^\circ$, и $d\gamma = 0,79^\circ$. Результатами этой процедуры стали:

– так называемый образ модели, т.е. координаты маркеров на поверхности модели в привязанной системе координат, наилучшим образом вписывающихся в движение модели по углу тангажа согласно выбранной гипотезе.

– полный комплект значений параметров рабочей характеристики в привязанной системе координат.

1 «Способ бесконтактных измерений геометрических параметров объекта в пространстве и устройство для его осуществления». Заявка на изобретение РФ № 2013149197 от 06.11.2013 г, патент РФ № 2551396, опубликовано 20.05.15 бюл. № 14, МПК G01B 11/16, автор *В.П. Кулеш*.

2 *Кулеш В.П.* Бесконтактные измерения геометрических параметров формы, движения и деформации объектов в экспериментальной аэродинамике // Датчики и системы. – 2004. №3. - С. 22-27.