



И.А. Грачев, М.А. Болотов

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЦЕНТРИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

(Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва)

В настоящее время при сборке авиационного двигателя наибольшей проблемой является автоматизация сборочного процесса. К современному методу сборки авиационного двигателя предъявляются жесткие требования по точности изготовленных деталей, точности сборочного процесса и др. Важным этапом сборки является этап центрирования. Операции центрирования ротора определяют точность и является трудоемкой. В современном производстве при центрировании авиационных двигателей процесс сборки происходит в ручном режиме, затрачивается большое количество времени и трудоемкости.

Для решения этой проблемы в работе предлагается автоматизировать сборочный процесс для сокращения трудоемкости, снижения напряжённости труда и повышения точности. Данный процесс возможно автоматизировать. Посредством разработки специализированного оборудования. В работе предлагается специализированное устройство и информационная система для автоматизации процесса центрирования. Устройство приведено на рисунке 1.

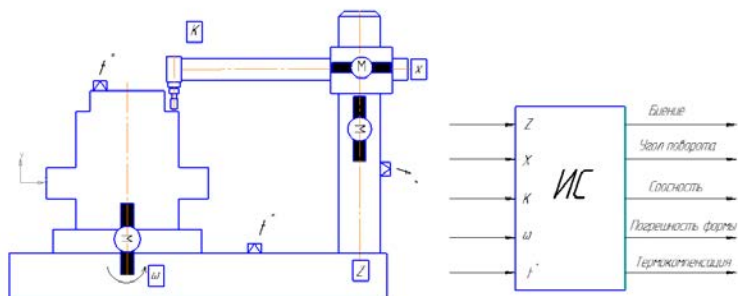


Рисунок 1 – Схема измерительного устройства и структура основных входных и выходных параметров информационной системы

На рисунке 1 приведены: измерительный датчик К для контактного определения отдельных точек поверхностей деталей, угловой датчик W для определения углового положения детали, привода М, датчики линейных перемещений X, Z. С целью компенсации влияния температурных расширений предусмотрены датчики для измерения температуры t.



Устройство работает в следующей последовательности. На первом этапе на специальные посадочные поверхности производится установка корпусной детали, которая содержит исходные измерительные базы ИБ. Затем выполняется измерение основных посадочных поверхностей корпусной детали, в ходе измерения путём расчётов определяется ось детали. На втором этапе производится установка другой детали, например, оболочки или полукорпуса. После установки выполняется измерение базовых поверхностей установленной детали. Результаты полученные в ходе измерений позволяют определить взаимное расположение собираемых деталей и значения сборочных параметров (торцевое и радиальное биения, отклонение от параллельности, соосность, высотные размеры).

В информационную систему ИС через платы ввода-вывода поступают данные с датчиков. В ходе обработки данных рассчитываются сборочные параметры, определяющие качество процесса центрирования. Предусмотрены следующие функции информационной системы:

- 1) управление перемещениями на основе разработанной управляющей программы;
- 2) сохранение, обработка и анализ сигналов с измерительных датчиков;
- 3) возможность выполнения настройки, включающую определение положения детали относительно осей измерительной системы;
- 4) возможность выполнения калибровки измерительного устройства на основе эталона;
- 5) возможность выполнения термокомпенсации тепловых расширений измерительного устройства при изменении температуры внешней среды.

Предусмотрен расчёт следующих геометрических параметров: 1) радиального и торцевого биений; 2) непараллельности и углового расположения измеряемых элементов, относительно базовых поверхностей; 3) соосности; 4) погрешностей формы: круглости, цилиндричности, плоскостности; 5) величин компенсации взаимного расположения собираемых деталей, необходимых для исключения ошибок расположения.

Сигналы, поступающие с измерительных датчиков представляют собой координаты измеренных точек. Укрупнёно алгоритм обработки и анализа сигналов с измерительных датчиков включает в себя следующие этапы:

- 1) определение выбросов в массиве измеренных точек;
- 2) фильтрацию с использованием фильтров Гаусса;
- 3) расчёт геометрических параметров цилиндрических и плоских поверхностей.
- 4) пересчёт измеренных данных в систему координат, определяемых базовыми измеренными геометрическими элементами на основе матричных преобразований;
- 5) расчёт взаимного расположения посредством определения линейных и угловых величин между параметрами измеренных цилиндрических и плоских элементов;
- 6) графический анализ отклонений формы и расположения.



Параметры цилиндрических и плоских поверхностей определяются посредством аппроксимации измеренных массивов координат точек поверхностей с использованием метода наименьших квадратов.

Результаты измерений сохраняются в рабочих каталогах в файлах формата \*.txt.

### Литература

1. Shapiro, L. G. & Stockman, G. C. Computer Vision. — Prentence Hall, 2001. — С. 137, 150.
2. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. — 2-е изд. — М., 1962. (математическая теория)
3. Демин Ф.И. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей. – 2-е изд. – Самара: Изд-во СГАУ, 2012. –1.

В.М. Гречишников, О.В. Теряева

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ УГЛА С ДВУМЯ ВСТРОЕННЫМИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ВОЦАП

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

Преобразователи угловых и линейных перемещений в цифровой код используют в измерительной технике, следящих системах, робототехнических комплексах и т.д. В этой группе преобразователей для измерений параметров применяют специальные кодовые маски [1, 2]. Каждый элемент кодовой маски модулирует поток оптического излучения, поэтому вся маска может быть представлена как совокупность элементов с логическим оптическим выходом. Преобразователи, как правило, эксплуатируют в жестких условиях (электромагнитные помехи, перепады температур), что снижает достоверность получаемой информации. Кроме того, существование индивидуальных каналов связи для каждого разряда преобразователя увеличивает массогабаритные показатели радиоэлектронной аппаратуры. Для решения указанной проблемы предлагается способ мультиплексирования оптических каналов формирования выходного кода на основе волоконно-оптических цифроаналоговых преобразователей (ВОЦАП).

Пример преобразователя угол–код на основе параллельного ВОЦАП представлен в [3]. Однако из-за конечной длительности фронтов аналогового сигнала при переходе от одного элемента кодовой маски к другому возникает погрешность неоднозначности считывания. Чтобы избежать описанной проблемы, можно применить способ устранения неоднозначности, основанный на использовании двух ВОЦАП, линии считывания которых смещены относительно друг друга на один квант, и аналого-цифровой обработки сигналов



ВОЦАП в АЦП. Выбор текущего значения кода в старших разрядах осуществляется с помощью сигнала дополнительной дорожки, которая является младшим разрядом кода. Предлагаемый способ является модификацией известного метода «двойной щетки» [2]. Преобразователь угол–код на основе двух параллельных ВОЦАП, реализованный на указанном методе приведен на рис. 2. В состав преобразователя входит излучатель 1, оптический демультиплексор 2, две группы коллимирующих градафов 3, 4, излучающий световод 5, приемный световод 6, вал 7, кодовая маска 8, считывающий диск 9, два параллельных ВОЦАП 10, 11, общий оптический кабель 12, фотоприемники 13–15, усилители 16–18, пороговое устройство 19, ключ 20, генератор тактового сигнала 21, АЦП 22, промежуточные регистры 23, 24, логический элемент НЕ 25, регистр 26 [4].

Функцию модуляции  $f_i(\alpha)$  преобразователя, представленного на рисунке 2, можно проанализировать с помощью методик, изложенных в [5]:

$$f_i(\alpha) = S_i(\alpha)/S_{oi}$$

где  $S_i(\alpha)$  – площадь прозрачного участка в диафрагме с порядковым номером  $i$  в зависимости от угла  $\alpha$ ;  $S_{oi}$  – полная площадь прозрачного участка в диафрагме с порядковым номером  $i$ .

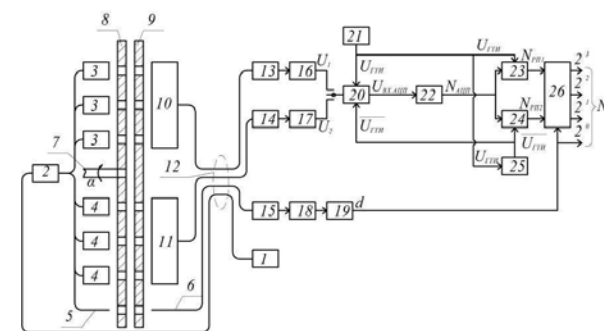


Рисунок 2 – Функциональная схема оптоэлектронного цифрового преобразователя угла с двумя встроенными параллельными ВОЦАП

Методика получения функции модуляции  $f_i(\alpha)$  с использованием методов аналитической геометрии, теории R-функций и преобразования Радона изложены в [1, 6]. Однако аналоговые модели не учитывают логические алгоритмы формирования выходного кода и поэтому недостаточно полно отражают процессы формирования и случайного проявления инструментальных погрешностей на выходе преобразователя в целом. В связи с этим рассмотрим методику получения обобщенной математической модели преобразователя, отображающей информационные процессы в его аналоговых, аналого-цифровых и цифровых функциональных элементах.