

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВЧ ДАТЧИКА С КОНТРОЛИРУЕМЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

А.И. Данилин, В.В. Неверов

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

Диагностика редукторов и зубчатых передач, в настоящее время, в основном происходит в статическом состоянии. Исходя из этого, диагностика технического состояния редукторов в динамике сейчас весьма актуальна.

В настоящее время ведется разработка бесконтактного метода контроля рабочего состояния зубчатого колеса, основанного на обработке в реальном времени отраженного от зубцов колеса зондирующего потока, путем сравнения его с эталонным сигналом, полученным в начале эксплуатации зубчатого колеса. Данный метод позволяет получать информацию непосредственно о степени изношенности зубца [1].

На основе проведенных опытов было выяснено, что зондирующий отраженный сигнал после детектирования будет иметь форму колоколообразного импульса. В процессе разработки метода появилась необходимость в разработке математической модели процесса взаимодействия зондирующего потока и объекта исследования, т.е. зубчатого колеса. Процесс разработки математической модели можно условно разбить на несколько этапов, характеризующих ее усложнение с целью улучшения метрологических характеристик полученных результатов. Первый этап – модель на плоскости, второй этап – пространственная модель.

Первый этап, построение модели в двумерной системе координат. Учитываются только законы геометрической оптики.

Упрощенная модель зубца – трапеция. Упрощенная модель излучателя – отрезок, каждая точка которого одновременно является и излучателем и приемником. Изменяя положение излучателя относительно зубчатого колеса можно наблюдать изменение выходного сигнала и таким образом выбрать оптимальное расположение датчика, относительно контролируемого зубчатого колеса. Механизм взаимодействия датчика с исследуемой поверхностью проиллюстрирован на рисунке 1. Из каждой точки излучения датчика, в пределах линейного угла, определяемого диаграммой направленности, выходят лучи с определенным угловым

шагом, заданным заранее. Для учета диаграммы направленности датчика используется весовой коэффициент для каждого луча. Весовой коэффициент уменьшается с увеличением угла падения относительно нормали датчика. На рисунке это показано на примере луча 1.

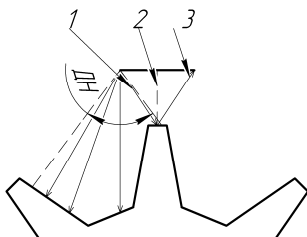


Рисунок 1 – Механизм взаимодействия

Затем исследуются и определяются точки пересечения лучей с исследуемой поверхностью. Из точек пересечения восстанавливаются прямые, перпендикулярные исследуемой поверхности (нормали). На рисунке это перпендикуляр 2 для луча 1. После этого строятся отраженные лучи с углами отражения равными углам падения относительно восстановленных к поверхности нормалей, заданные весовые коэффициенты применяются и для отраженных лучей. Затем вычисляются точки пересечения отраженных лучей и поверхности датчика. Для каждого отраженного луча, пересекающегося с отрезком-излучателем, в соответствии с его точкой пересечения присваивается определенный весовой коэффициент.

Полученные весовые коэффициенты от отраженных лучей суммируются и запоминаются. Происходит поворот функций, описывающих зубчатое колесо, относительно его центра на определенный шаг, заданный заранее и операции с лучами повторяются заново. На основании количества пересечений отраженных лучей с поверхностью датчика строится отраженный сигнал. Построение математической модели в двухмерной системе координат необходимо для упрощения построения полноценной модели в пространстве.

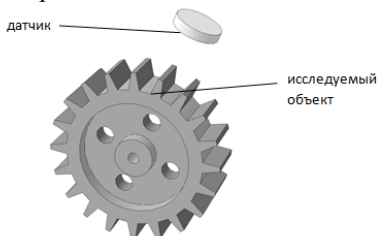


Рисунок 2 – Общий вид системы

Второй этап – построение модели в трехмерной системе координат. Датчик и исследуемый объект изображены условно на рисунке 2.

Здесь датчик из отрезка трансформируется в круг. Зубец колеса представляет собой трапециевидный параллелепипед. Область излучения датчика разбивается прямоугольной сеткой на фрагменты с определенным шагом, заданным заранее. Из каждого фрагмента строятся лучи с определенным угловым шагом, заданным заранее. Для учета диаграммы направленности датчика используется весовой коэффициент для группы лучей, имеющих одинаковый телесный угол. Весовой коэффициент уменьшается обратно пропорционально увеличению телесного угла относительно нормали. Для построения взаимодействия лучей с зубчатым колесом в пространстве используются результаты, полученные для модели на плоскости, с внесением соответствующих изменений для возможности их применения в пространственной модели.

Построение математической модели позволяет: создать теоретическое обоснование для исследования результатов практического эксперимента, обосновать оптимальное взаимное расположение датчика и исследуемого зубчатого колеса, учесть влияние свойств среды между датчиком и исследуемым объектом.

Список использованных источников

1 Данилин, А.И. Способы оценки рабочего состояния зубчатых колес энергонагруженных редукторных систем [Текст]/ А.И. Данилин, В.В. Неверов //Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции – СГАУ. – Самара, 2014. с. 138.

УДК 620.179.18

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИГНАЛА ОТРАЖЕННОГО ОТ ЛОПАСТИ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА

С.В. Жуков, М.С. Попов

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

От исправности лопастей несущего винта вертолета зависит сохранность вертолета, здоровье и жизни людей, поэтому контроль целостности лопастей является актуальной проблемой, решение которой позволит существенно сократить риски крушения вертолета. Поскольку установка измерительных датчиков непосредственно на лопасти