

УДК 531.7.08

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ОТРАБОТКИ МЕТОДА КОНТРОЛЯ РАБОЧЕГО СОСТОЯНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Данилин А. И., Неверов В. В.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Зубчатые передачи широко используют в механическом оборудовании для преобразования параметров вращательного движения. Отказы механического оборудования из-за износа или разрушения зубчатых колес приводят к наиболее длительным простоям и требуют больших затрат для восстановления работоспособности.

В настоящее время диагностика дефектов, износа и целостности зубчатых колес производится в основном в статическом состоянии. Поэтому проблема диагностики технического состояния зубчатых колес во время их работы, в эксплуатационном режиме, сейчас весьма актуальна.

В настоящем экспериментальном устройстве используется бесконтактный радиоволновой метод контроля рабочего состояния зубчатого колеса, основанного на обработке в реальном времени сигналов, полученных после детектирования отражённого от зубцов колеса зондирующего СВЧ излучения. Параметры информационных сигналов сравниваются с эталонными сигналами, полученными в начале эксплуатации зубчатого колеса. Данный метод позволяет получать информацию непосредственно о степени изношенности каждого конкретного зубца и появлении в нем дефектов и проводить анализ состояния зубчатого колеса в динамике. Параметры зондирующего сигнала определяются геометрическими размерами зубцов и технологической конфигурацией зоны контроля. Излучение СВЧ диапазона может существовать в масляной среде, которая присутствует, например, в редукторных механизмах. К достоинствам данного метода можно отнести отсутствие большого количества датчиков и необходимости их точной юстировки. Так же отсутствует необходимость в частом техническом обслуживании датчика, работающего в достаточно агрессивных условиях.

Выделяются следующие варианты разрушения зубьев: поломка зубьев, выкрашивание зубьев, повреждения торцов зубьев, абразивный износ, появление дефектов в виде трещин, отслаивание или глубинное контактное разрушение материала. В процессе диагностики из преобразованного в электрический сигнал отражённого зондирующего потока выделяется несколько информационных параметров. Из всех вышеуказанных видов разрушений с помощью предлагаемого способа нельзя диагностировать только появление трещин зубцов, если они расположены не на исследуемой поверхности, то есть глубинное контактное разрушение материала.

Результаты экспериментальных исследований показали, что принятый отражённый сигнал после детектирования имеет форму квази-колоколообразного импульса. Информационные параметры, выделяемые из сигнала, на основании которых происходит оценка степени износа зубчатого колеса с помощью экспериментального устройства, следующие: амплитуда сигнала, нормированные длительности фронтов сигнала, нормированная длительность сигнала, отсутствие сигнала.

Каждый из видов износа оказывает влияние на определённый информационный параметр, выделяемый из отражённого потока. Так отсутствие сигнала указывает на поломку зуба. Выкрашивание зубьев влияет на следующие информационные

параметры: амплитуда сигнала; нормированная длительность сигнала. Абразивный износ зубьев предопределяет такие информационные параметры как: нормированная длительность сигнала; амплитуда сигнала; нормированная длительность фронтов сигнала. Таким образом, каждый из видов износа зубцов контролируемого колеса влияет на несколько измеряемых информационных параметров.

Суть метода измерения заключается в том, что износ зубца изменяет его геометрические параметры, которые в свою очередь влияют на ту или иную информационную часть отражённого от исследуемого объекта зондирующего СВЧ сигнала, попадающего на приемо-передающий торец волновода. Изменяющиеся в процессе износа геометрические параметры исследуемого объекта влияют также и на форму информационного сигнала, выделяемого из отражённого зондирующего потока, принятого волноводным датчиком.

Структурная схема экспериментального устройства для измерения информационных параметров изображена на рисунке 1. Сигнал, отраженный от поверхности зубцов, принимается антенно-фидерным устройством (АФУ), через циркулятор канализируется в амплитудный детектор. Уже продетектированный сигнал попадает в активный фильтр, где происходит его усиление и отделение высокочастотного шума. Далее сигнал попадает в устройство, фиксирующее максимальное значение импульса. С помощью АЦП это значение считывается и запоминается в памяти микроконтроллера (МК). Также из приемной части сигнал попадает в компараторы 1 и 2, которые выступают в роли формирователей прямоугольных импульсов. Длительности импульсов, а так же длительности фронтов импульсов вычисляются в МК с помощью сформированных импульсов. При прохождении оборотной метки через зону видимости оборотного датчика, в последнем формируется сигнал, который поступает с оборотного датчика на компаратор 3, выступающий так же в роли формирователя прямоугольных импульсов, опираясь на которые определяется период оборота зубчатого колеса. Длительность периода вращения зубчатого колеса служит для нормировки длительности информационного сигнала и длительностей его фронтов и кроме этого импульсный сигнал оборотного датчика позволяет осуществить номерную идентификацию зубцов.



Рис. 1. Структурная схема экспериментального устройства

Предлагаемое устройство определения рабочего состояния зубчатых колёс энергонагруженных редукторных систем позволяет проводить анализ состояния зубчатых колёс в эксплуатации в любых динамических режимах. В конечном итоге оно позволяет более точно оценить их текущее рабочее состояние, уменьшить количество препарирований механизма, сгенерировать сигнал предаварийного состояния редукторной системы и тем самым значительно уменьшить вероятность отказа сложной и ответственной механической системы, обеспечить эксплуатацию зубчатых колёс по их реальному техническому состоянию.