



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 949342

(61) Дополнительное к авт. свид-ву

(22) Заявлено 05.12.77 (21) 2551865/18-28

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.08.82. Бюллетень № 29

Дата опубликования описания 07.08.82

(51) М. Кл.³

G 01 H 1/00
G 01 M 13/04

(53) УДК 620.178.
.53:620.178.
.16(088.8)

(72) Авторы
изобретения

С. В. Половников, А. М. Зазнобин, Г. Ф. Масалов
и А. А. Мищенков

(71) Заявитель

Специальное опытное проектно-конструкторско-технологическое
бюро Сибирского отделения Всесоюзной ордена Ленина академии
сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ У ОБЪЕКТОВ
ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВО
ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Изобретение относится к контролю и диагностике объектов циклического действия посредством анализа виброакустических колебаний и может быть использовано для контроля и диагностики подшипников качения, зубчатых фрикционных передач и двигателей внутреннего сгорания.

Известен метод определения дефектов у объектов циклического действия, заключающийся в том, что преобразовывают информацию о положении дефектов деталей в электрический сигнал, осуществляют усиление, фильтрацию и накопление сигнала, по которому оценивают характер шумов для определения повреждений отдельных зубьев [1].

Недостатком данного метода является то, что он не позволяет контролировать распределенные дефекты. Кроме того, его можно использовать только для контроля зубчатых шес-

терен, но он не применим для определения дефектов у объектов циклического действия, например подшипников качения.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является способ определения дефектов у объектов циклического действия, заключающийся в том, что преобразовывают сигнал вибрации в электрический сигнал, осуществляют усиление, фильтрацию и накопление сигнала в суммирующем анализаторе и преобразуют угловое положение деталей в электрический сигнал [2].

Способ осуществляют устройством, содержащим измерительный канал, включающий последовательно соединенные преобразователь вибраций, усилитель и полосовой фильтр, датчик углового положения деталей объекта и суммирующий анализатор. Кроме того, оно содержит канал синхронизации,

включающий последовательно соединенные тахометрический датчик, преобразователь частоты, выход которого соединен со вторым входом суммирующего анализатора.

Недостатком способа является низкая достоверность определения местонахождения дефектов, так как преобразователь вибрации имеет пространственную ориентацию чувствительности, поэтому, если колебания распространяются в направлении, не совпадающем с направлением оси чувствительности преобразователя вибрации, то сигнал на его выходе уменьшен и соответственно снижен уровень пиков в сигнале, накопленном суммирующим анализатором, характеризующим дефекты. Синхронизация суммирующего анализатора по угловому положению ведущего вала или по угловому положению контролируемой детали приводит в общем случае к разнице между числом дефектов и числом пиков в сигнале, накопленном суммирующим анализатором, что затрудняет определение местонахождения дефектов.

Целью изобретения является повышение достоверности определения местонахождения дефектов.

Указанная цель достигается тем, что определяют значения модуля пространственного вектора вибрации и значения его положений в системах координат подвижных и неподвижных деталей, и накапливают значения модуля пространственного вектора вибрации по значениям его положений в каждой из систем координат контролируемых деталей в течение нескольких циклов действий объекта, и по величине максимумов накопленных значений модуля вектора и по соответствующим этим максимумам значений его положений в выбранной системе координат определяют местонахождение дефектов.

Устройство, позволяющее осуществить способ, снабжено по меньшей мере одним дополнительным датчиком углового положения деталей объекта и одним дополнительным измерительным каналом, блоком вычисления модуля вектора вибраций, блоком вычисления положения вектора вибраций, включающим ключ, генератор и преобразователь сдвига фаз, которые подключены к управляющим входам ключа, счетчик

углового положения детали, последовательно соединенные с дополнительным датчиком углового положения деталей, блок преобразования частоты, дополнительный счетчик углового положения деталей, переключатель, дополнительный вход которого соединен через счетчик углового положения деталей с датчиком углового положения деталей, преобразователь кода, счетчик импульсов, вход которого соединен с выходом ключа, и дешифратор, выход которого соединен со входом суммирующего анализатора, при этом блок вычисления модуля вектора вибраций включает основной и дополнительные модуляторы, ко входам которых подключены полосовые фильтры, дополнительный генератор, фазосдвигающий каскад, вход которого соединен с выходом дополнительного генератора, другой выход которого соединен со входом дополнительного балансного модулятора, а выход фазосдвигающего каскада - со входами преобразователя сдвига фаз и основного балансного модулятора, выпрямитель, выход которого соединен с дополнительным входом суммирующего анализатора, сумматор, выход которого соединен с выходом балансных модуляторов, а выход - с выпрямителем и другим входом преобразователя сдвига фаз.

На чертеже изображена блок-схема устройства для осуществления способа определения дефектов у объектов циклического действия.

Устройство содержит измерительный канал, включающий последовательно соединенные преобразователь 1 вибраций, обе части которого закреплены на наружном кольце контролируемого объекта, например подшипника 2, усилитель 3 и полосовой фильтр 4, датчик 5 углового положения деталей объекта и суммирующий анализатор 6, выполненный на коммутируемых емкостях. Устройство снабжено по меньшей мере одним дополнительным датчиком 7 углового положения деталей объекта, например тел качения подшипника, и одним дополнительным измерительным каналом, включающим также последовательно соединенные дополнительные преобразователь 8 вибраций, обе части которого установлены диаметрально противоположно, усилитель 9 и полосовой фильтр 10, блоком 11 вычисления мо-

дуля вектора вибраций, блоком 12 вычисления положения вектора вибраций включающим ключ 13, генератор 14 и преобразователь 15 сдвига фаз синусоидальных несущих во временной интервал, которые подключены к управляющим входам ключа, счетчик 16 углового положения детали (кольца), последовательно соединенные с дополнительным датчиком 7 углового положения деталей блок 17 преобразования частоты, дополнительный счетчик 18 углового положения деталей (сепаратора подшипника), переключатель 19, дополнительный вход которого соединен через счетчик 16 углового положения деталей с датчиком 5 углового положения деталей, преобразователь 20 кода, счетчик 21 импульсов, вход которого соединен с выходом ключа 13, 20 и дешифратор 22, выход которого соединен со входом суммирующего анализатора 6.

Блок 11 вычисления модуля вектора вибраций включает основной и дополнительные модуляторы 23 и 24 к входам которых подключены указанные полосовые фильтры 4 и 10, дополнительный генератор 25, фазосдвигающий на 90° каскад 26, вход которого соединен с выходом дополнительного генератора 25, другой выход которого соединен со входом дополнительного балансного модулятора 24, а выход фазосдвигающего каскада 26 - со входами преобразователя 15 сдвига фаз и основного балансного модулятора 23, выпрямитель 27, выход которого соединен с дополнительным входом суммирующего анализатора 6, сумматор 28, вход которого соединен с выходом балансных модуляторов 23 и 24, а выход - с выпрямителем 27 и другим входом преобразователя 15 сдвига фаз. Выход суммирующего анализатора 6 подключен к устройству индикации или регистрации (на чертеже не показано), а преобразователи вибраций размещены через 90° .

Определяют дефекты у объектов циклического действия следующим образом.

При вращении внутреннего кольца подшипника 2 в неподвижном наружном кольце возбуждаются колебания, которые характеризуются пространственным вектором, величина которого и направление в пространстве взаимосвязаны с наличием, местонахождением и величиной дефектов в под-

шипнике. Измеряя значения модуля вектора и его угловые положения в системах координат неподвижного наружного кольца, подвижного внутреннего кольца и сепаратора, определяют при каких угловых положениях, в каждой из этих систем координат вектор принимает пиковые значения и какие угловые положения он занимает чаще всего, тем самым определяют местонахождение дефектов.

Сигналы с обеих частей преобразователя 1 вибраций, воспринимающих составляющую вибрации по оси ординат, поступают на вход усилителя 3. Сигналы с двух частей дополнительного преобразователя 8 вибраций, воспринимающих составляющую вибрации по оси абсцисс, поступают на вход дополнительного усилителя 9. С выходов усилителей 3 и 9 усиленные сигналы поступают на входы полосовых фильтров 4 и 10 соответственно. Сигналы с выходов фильтров поступают на первые управляющие входы балансных модуляторов 23 и 24, на вторые входы которых подается опорное синусоидальное напряжение от генератора 25, причем на дополнительный балансный модулятор 24 непосредственно и на балансный модулятор 23 через фазосдвигающий каскад 26. С выходов балансных модуляторов 23 и 24 промодулированные сигналы поступают соответственно на первый и второй входы сумматора 28, в котором происходит квадратурное сложение входных сигналов. На выходе сумматора 28 снимается высокочастотный сигнал, амплитуда которого пропорциональна модулю вектора вибрации, а фаза несет информацию об угловом положении вектора вибрации.

Этот сигнал поступает на вход выпрямителя 27, с выхода которого снимается сигнал пропорциональный значениям модуля вектора вибрации, а затем - на вход суммирующего анализатора 6 с аналоговой памятью на коммутируемых емкостях для накопления. На первый и второй входы преобразователя 15 сдвига фаз во временной интервал поступают соответственно сигналы с выхода сумматора 28 и с выхода фазосдвигающего каскада 26. Сигнал с преобразователя 15 поступает на управляющий вход ключа 13, который коммутирует сигналы с выхода генератора 14 импульсов на первый вход счетчика 21 импульсов.

Счетчик 21 работает следующим образом.

По окончании каждого цикла счета счетчик 21 сбрасывается в нуль. Сразу же на него подается предустановка с преобразователя 20 кода и в нем записывается код, несущий информацию о положении внутреннего кольца или сепаратора подшипника 2, а затем происходит заполнение счетчика 21 импульсами от генератора 14. При работе устройства в системе координат неподвижного кольца предустановка счетчика 21 не производится. На выходе счетчика 21 формируется код, соответствующий угловому положению вектора в неподвижной или вращающейся системе координат.

Управление преобразователем 20 кода осуществляется от счетчика 16 или от счетчика 18 через переключатель 19. Счетчик 16 заполняется импульсами от датчика 5 в течение цикла оборота внутреннего кольца, и при завершении цикла сбрасывается в нуль. Счетчик 18 заполняется импульсами, вырабатываемыми блоком 17, на вход которого поступают сигналы от дополнительного датчика 7, контролирующего прохождение мимо него тел качения, в течение цикла оборота сепаратора. При завершении каждого оборота сепаратора счетчик 18 сбрасывается в нуль.

Сигналы с выхода счетчика 21, характеризующие угол вектора вибрации в неподвижной или вращающихся системах координат, поступают на вход дешифратора 22, который вырабатывает сигналы управления ключами, коммутирующими накопительные емкости в суммирующем анализаторе 6.

В режиме "вывод" с выхода суммирующего анализатора 6 поступают сигналы для индикации или регистрации накопленных значений модуля вектора по его угловому положению в неподвижной системе координат на неподвижного кольца подшипника либо во вращающейся системе координат внутреннего кольца, либо во вращающейся системе координат сепаратора, с целью выявления местонахождения дефектов. При необходимости получения более точных результатов вычислений предлагаемый пример выполнения устройства может быть реализован в цифровом виде.

Использование для определения местонахождения дефектов значений модуля пространственного вектора вибрации, а также накопление значений не по угловому положению контролируемой детали, а по положению вектора в системе координат контролируемой детали повышает объективность и достоверность контроля, так как позволяет получить соответствие между числом накопленных значений модуля вектора, их положением в системе координат контролируемой детали и числом дефектов, а также их положением на контролируемой детали в объекте циклического действия.

Изобретение имеет широкую область применения, поскольку позволяет выявлять дефекты не только тех деталей, движение которых синхронно с движением ведущего звена, но и перемещающихся несинхронно и по сложным траекториям движения.

Формула изобретения

1. Способ определения дефектов у объектов циклического действия, заключающийся в том, что преобразовывают сигнал вибрации в электрический сигнал, осуществляют усиление, фильтрацию и накопление сигнала в суммирующем анализаторе и преобразуют угловое положение деталей в электрический сигнал, отличающийся тем, что, с целью повышения достоверности определения местонахождения дефектов, определяют значения модуля пространственного вектора вибрации и значения его положений в системах координат подвижных и неподвижных деталей, накапливают значения модуля пространственного вектора вибрации по значениям его положений в каждой из систем координат контролируемых деталей в течение нескольких циклов действия объекта, и по величине максимумов накопленных значений модуля вектора и по соответствующим этим максимумам значений его положений в выбранной системе координат определяют местонахождение дефектов.

2. Устройство для осуществления способа по п.1, содержащее измерительный канал, включающий последовательно соединенные преобразователь вибраций, усилитель и полосовой

фильтр, датчик углового положения деталей объекта и суммирующий анализатор, отличающееся тем, что, с целью повышения достоверности определения местонахождения дефектов, оно снабжено по меньшей мере одним дополнительным датчиком углового положения деталей объекта и одним дополнительным измерительным каналом, блоком вычисления модуля вектора вибраций, блоком вычисления положения вектора вибраций, включающим ключ, генератор и преобразователь сдвига фаз, которые подключены к управляющим входам ключа, счетчик углового положения детали, последовательно соединенные с дополнительным датчиком углового положения деталей, блок преобразования частоты, дополнительный счетчик углового положения деталей, переключатель, дополнительный вход которого соединен через счетчик углового положения деталей с датчиком углового положения деталей, преобразователь кода, счетчик импульсов, вход которого соединен с выходом ключа, и дешифратор, выход которого соединен с входом сум-

мирующего анализатора, при этом блок вычисления модуля вектора вибраций включает основной и дополнительные модуляторы, к входам которых подключены полосовые фильтры, дополнительный генератор, фазосдвигающий каскад, вход которого соединен с выходом дополнительного генератора, другой выход которого соединен с входом дополнительного балансного модулятора, а выход фазосдвигающего каскада - с входами преобразователя сдвига фаз и основного балансного модулятора, выпрямитель, выход которого соединен с дополнительным входом суммирующего анализатора, сумматор, вход которого соединен с выходом балансных модуляторов, а выход - с выпрямителем и другим входом преобразователя сдвига фаз.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Патент ФРГ № 2327015, кл. 42 g, 1/03, 1974.
2. Патент Великобритании № 1367773, кл. H 4 D, 1974 (прототип).

