

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2427815

СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009148971

Приоритет изобретения 28 декабря 2009 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 августа 2011 г.

Срок действия патента истекает 28 декабря 2029 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

G01M13/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2009148971/28, 28.12.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента: **28.12.2009**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **28.12.2009**(45) Опубликовано: **27.08.2011**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2337340 C1, 27.10.2008. RU 2239809 C2, 10.11.2004. SU 1719953 A1, 15.03.1992. DE 4101985 A1, 30.07.1992.**

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

**Иванов Сергей Леонидович (RU),
Поддубная Анастасия Александровна (RU),
Фокин Андрей Сергеевич (RU)**

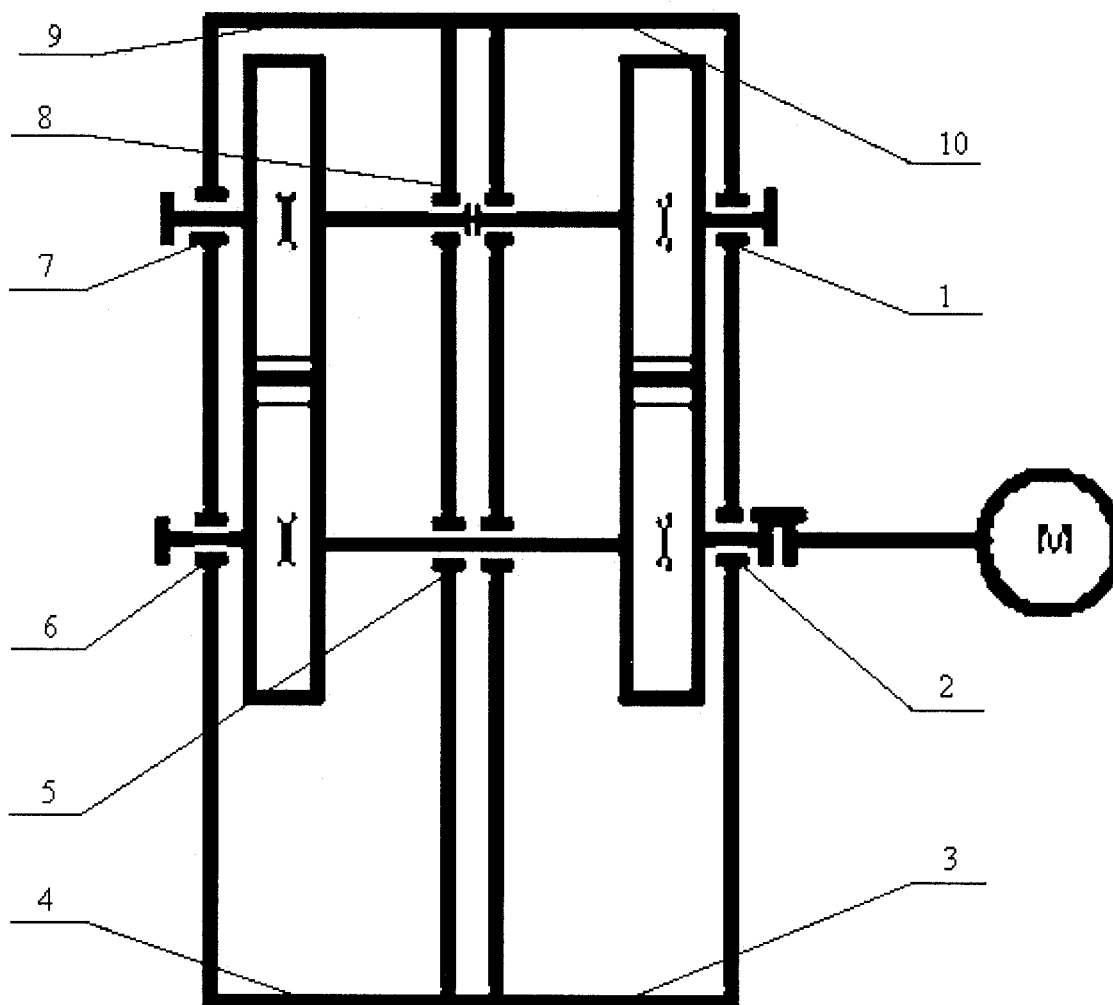
(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)

(54) СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области испытательной техники и может быть использовано для диагностики механических трансмиссий горных и технологических машин. Измеряют сигналы акустической эмиссии на корпусе диагностируемого редуктора в информативной точке, удаленной от подшипниковых узлов. В заданной полосе частот от 30 кГц до 300 кГц в равные последовательные промежутки времени с частотой выборки от 50 микросекунд до 0,1 микросекунды оценивают значение выброса максимальных амплитуд сигналов акустической эмиссии. На основании установленного уровня и длительности максимальных неразрывных по времени сигналов акустической эмиссии определяют отклонение состояния диагностируемой трансмиссии от эталона. За эталон принимается однотипная механическая трансмиссия, у которой отсутствуют дефекты монтажа, механический износ и масляное голодание в зубчатых передачах и подшипниковых узлах. Технический результат заключается в сокращении времени определения технического состояния элементов трансмиссий горных и технологических машин. 2 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к испытательной технике, а именно к способу ультразвуковой акустико-эмиссионной диагностики механических трансмиссий горных и технологических машин.

Изобретение может быть использовано для диагностики и мониторинга механических трансмиссий гусеничных и шагающих экскаваторов, приводов шаровых, стержневых мельниц и трубчатых печей и других механических трансмиссий технологических машин.

Известно изобретение - способ контроля подшипника роторной системы (авторское свидетельство № 1719953 А1 SU), включающий измерение вибрации по корпусу подшипника, значение амплитуды вибрации, интервалов времени между положительными выбросами амплитуды вибрации. Затем определяют коэффициент вариации между измеренными интервалами времени, а наличие и количество дефектов подшипника определяют по величине интервала времени между выбросами амплитуды вибрации и коэффициенту вариации, сравнивая с экспериментальными эталонными зависимостями.

Недостатком данного способа диагностики является низкая достоверность контроля. Это обусловлено тем, что вибрация, измеренная на корпусе подшипника, может быть следствием нормальных процессов в трансмиссии, либо дефектом зубчатого колеса, муфты или другого узла.

Известно изобретение - способ диагностики подшипников качения (патент RU 2239809 С2 G01М 13/04), по которому измеряют акустические сигналы акустической эмиссии на корпусе вращающегося подшипника или на поверхности одного из невращающихся колец подшипника. Определяют время длительности выброса максимальных последовательных и неразрывных по времени сигналов акустической эмиссии и интервал времени между выбросами максимальных неразрывных за время не менее одного оборота подшипника и рассчитывают размер дефекта вдоль беговой дорожки в мм по заданной формуле:

$$P = \pi \cdot Dn\Delta t,$$

где P - размер дефекта в мм;

n - число оборотов в сек;

Δt - время длительности выброса сигналов акустической эмиссии с максимальной амплитудой, следующих один за другим неразрывно по времени в сек;

D - диаметр внутреннего или наружного кольца подшипника до поверхности беговой дорожки в мм;

П - 3.14.

Недостатком данного способа является сложность диагностирования редуктора в целом, так как сигнал снимается непосредственно с неподвижного кольца подшипника либо в максимально близко к подшипнику, что увеличивает сроки проведения диагностики и усложняет аппаратную часть при использовании метода для мониторинга механической трансмиссии.

Известно изобретение, принимаемое за прототип, - способ диагностики зубчатых передач (патент RU 2337340 10.01.2007 С1, G01M 13/02). Способ диагностики зубчатых передач заключается в измерении акустических сигналов акустической эмиссии на корпусе вращающегося подшипника или на поверхности одного из не вращающихся колец подшипника, который установлен на валу с диагностируемой шестерней. Определяют время длительности выброса максимальных последовательных и неразрывных по времени сигналов акустической эмиссии и за время не менее одного оборота колеса зубчатой передачи. На основании установленного интервала времени между выбросами максимальных неразрывных по времени сигналов акустической эмиссии и времени длительности выброса максимальных сигналов акустической эмиссии рассчитывают размер дефекта:

$$P_{\text{деф.кс}} = 2mz_{\text{ш}} \cdot \Delta t n_{\text{ш}} / \cos \alpha \cdot \cos \beta, \quad (1)$$

где $P_{\text{деф.кс}}$ - размер дефекта в мм;

m - модуль зубьев;

$z_{\text{ш}}$ - число зубьев шестерни;

Δt - время длительности выброса сигналов акустической эмиссии с максимальной амплитудой, следующих один за другим, неразрывных по времени в сек;

$n_{\text{ш}}$ - число оборотов шестерни в сек;

α - угол профиля зубьев;

β - делительный угол наклона.

Недостатком данного способа является сложность диагностирования редуктора в целом, так как съем сигнала производится непосредственно на неподвижном кольце подшипника либо максимально близко к подшипнику, что увеличивает сроки проведения диагностики и усложняет аппаратную часть при использовании метода для мониторинга механической трансмиссии.

Технический результат изобретения заключается в сокращении сроков диагностирования механических трансмиссий горных и технологических машин без остановки оборудования.

Технический результат достигается тем, что в способе диагностики механической трансмиссии, включающем предварительное фиксирование частоты вращения входного вала, расчет зубчатых частот, настройку узкополосных фильтров, определение в заданной полосе частот от 30 до 300 кГц в равные, последовательные промежутки времени с частотой выборки от 50 до 0,1 мкс значения выброса максимальных амплитуд сигналов акустической эмиссии, следующих последовательно и неразрывно по времени, определение времени длительности и интервала времени между выбросами максимальных последовательных и неразрывных по времени сигналов акустической эмиссии, сигнал акустической эмиссии снимают в нескольких точках на корпусе механической трансмиссии, удаленных от подшипниковых узлов, выбирают наиболее информативную точку по наибольшему отношению амплитуд акустических сигналов акустической эмиссии неисправной и исправной механической трансмиссии и в дальнейшем оценивают состояние механической трансмиссии по уровню сигнала, измеренного в одной наиболее информативной точке, удаленной от подшипниковых узлов, за время одного оборота вала, имеющего минимальную скорость вращения в механической трансмиссии.

Определяют в заданной полосе частот от 30 кГц до 300 кГц в равные, последовательные промежутки времени с частотой выборки от 50 микросекунд до 0.1 микросекунды значение выброса максимальных амплитуд сигналов акустической эмиссии, следующих последовательно и непрерывно по времени, определяют время длительности выброса максимальных последовательных и неразрывных по времени сигналов акустической эмиссии и интервал времени между выбросами максимальных неразрывных по времени сигналов акустической эмиссии за время не менее одного оборота вала, имеющего минимальную скорость в диагностируемой трансмиссии, что позволяет провести диагностику всех зубчатых колес трансмиссии одновременно за короткий промежуток времени.

На основании измеренных параметров рассчитывают возможный размер дефекта по длине рабочей поверхности зубьев по формуле (1).

Местоположение дефекта (одного или нескольких зубьев передачи) определяют на основании сравнения, определенного диагностикой интервала времени между максимальными неразрывными по времени сигналами акустической эмиссии с рассчитанным значением интервала времени по формуле (2) для зубчатой передачи.

$$T_{\text{инт}} = 1/n, \quad (2)$$

где $T_{\text{инт}}$ - интервал времени между выбросами амплитуды при единичном дефекте зуба колеса, сек.

Пример.

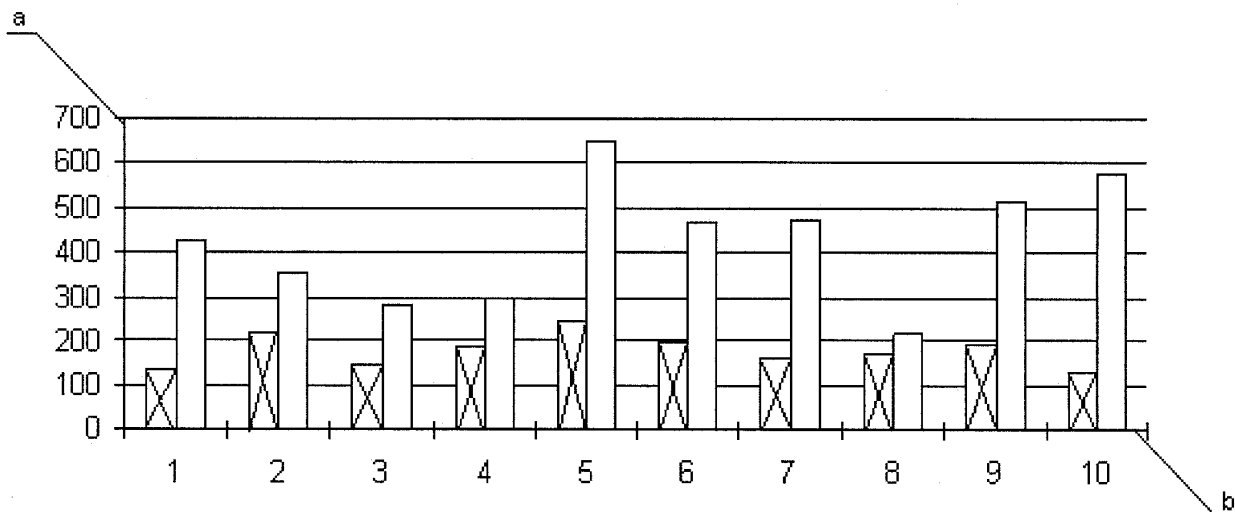
Имеется механическая трансмиссия, представленная на фиг.1. На корпусе трансмиссии выбрано десять характерных точек (позиции 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10), расположенных в удалении от подшипниковых узлов. Показание акустического сигнала акустической эмиссии, показанное на фиг.2, где по оси а отсчитывается значение акустической эмиссии, а по оси b - номер точки, в которой производится снятие показаний.

Гистограммой, перечеркнутой накрест, показаны показания, снятые в выбранных точках при работе исправной трансмиссии, гистограммой без заполнения указаны показания акустической эмиссии, снятые с трансмиссии, имеющей дефект в зубчатой передаче.

Из полученного результата видим, что при снятии показаний акустической эмиссии в любой из точек, удаленных от подшипниковых узлов, можно выявить появление дефекта в механической трансмиссии, но для каждого типа трансмиссии точки должны быть выбраны экспериментально. Для трансмиссии, приведенной на фиг.1, наиболее информативными точками, по убыванию информативности, являются точки 10, 1, 7, 9, 5 и 6. Для определения технического состояния механической трансмиссии, т.е. выявления дефектов в зубчатом зацеплении, достаточно производить измерение акустического сигнала акустической эмиссии в точке 10 или 1.

Формула изобретения

Способ диагностики механической трансмиссии, включающий предварительное фиксирование частоты вращения входного вала, расчет зубчатых частот, настройку узкополосных фильтров, определение в заданной полосе частот от 30 до 300 кГц в равные последовательные промежутки времени с частотой выборки от 50 до 0,1 мкс, значение выброса максимальных амплитуд сигналов акустической эмиссии, следующих последовательно и неразрывно по времени, определение времени длительности и интервала времени между выбросами максимальных последовательных и неразрывных по времени сигналов акустической эмиссии, отличающийся тем, что сигнал акустической эмиссии снимают в нескольких точках на корпусе механической трансмиссии, удаленных от подшипниковых узлов, выбирают наиболее информативную точку по наибольшему отношению амплитуд акустических сигналов акустической эмиссии неисправной и исправной механической трансмиссии и в дальнейшем оценивают состояние механической трансмиссии по уровню сигнала, измеренного в одной наиболее информативной точке, удаленной от подшипниковых узлов, за время одного оборота вала, имеющего минимальную скорость вращения в механической трансмиссии.



Фиг.2