



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(9) SU (11) 1271970 A1

(5D) 4 E 21 C 35/24

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3876879/22-03

(22) 03.04.85

(46) 23.11.86. Бюл. № 43

(71) Научно-производственное объединение по созданию и выпуску средств автоматизации горных машин «Автоматгормаш»  
(72) А. А. Альшан, В. А. Резников  
и В. И. Силаев

(53) 622.232.72(088.8)

(56) Точность и надежность механических систем. Стохастическая локализация врожденности. Рига. Рижский политехнический институт, 1983.

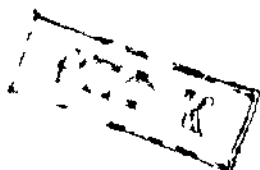
Авторское свидетельство СССР  
№ 453603, кл. G 01 M 15/00, 1973.

(54) СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСМИССИЙ ГОРНЫХ МАШИН С ПРИВОДНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

(57) Изобретение относится к угледобывающей промышленности и позволяет повысить достоверность и снизить трудоемкость диагностирования за счет учета влияния

нагрузки на диагностический признак и не критичности к точке измерения вибраций. В произвольно выбранной точке диагностируемой трансмиссии регистрируют вибрационный сигнал. Затем получают его полосовой амплитудно-частотный спектр и выделяют сигнал огибающей спектра. Одновременно задают значения токов приводного двигателя (ПД), соответствующие холостому ходу и номинальной нагрузке (НН). Измеряют ток ПД. При токе ПД, не большем тока холостого хода и меньшем и равном току НН, определяют диагностический признак. Для этого определяют математическое ожидание (МО) огибающей и разность МО значений огибающей больших и меньших МО выделенного сигнала огибающей спектра. Затем полученные значения диагностического параметра сравнивают. Если его значение при токе холостого хода меньше, чем при токе, меньшем или равном НН, но большем тока холостого хода, фиксируют отказ трансмиссии. 3 ил.

(9) SU (11) 1271970 A1



Изобретение относится к угледобывающей промышленности и предназначено для диагностики технического состояния трансмиссий горных машин по их виброакустическим характеристикам.

Цель изобретения — повышение достоверности за счет учета влияния нагрузки на диагностический признак и не критичности к точке измерения вибраций.

На фиг. 1 приведена блок-схема устройства, реализующего предлагаемый способ; на фиг. 2 — изменение разности математических ожиданий значений огибающей спектра, больших и меньших математического ожидания выделенного сигнала в зависимости от нагрузки, прилагаемой к выходному валу исправного редуктора режущей части очистного комбайна РКУ—20; на фиг. 3 — то же, в зависимости от нагрузки, прилагаемой к выходному валу дефектного редуктора.

Вибросигнал, снимаемый с диагностируемой трансмиссии, описывается наиболее распространенной моделью вида

$$x(t) = \sum_{i=1}^n A_i \sin(\omega_i t + \varphi_i) \quad (1)$$

Если без потери общности положить, что получение полосового амплитудно-частотного спектра осуществляется при помощи полосовых фильтров с коэффициентом усиления, равным единице, то математическое ожидание огибающей спектра вибросигнала равно

$$M = \frac{\sum_{i=1}^m A_i}{m} \quad (2)$$

Математическое ожидание положительных  $A_i^+$  (больших  $M$ ) и отрицательных  $A_i^-$  (меньших  $M$ ) значений огибающей спектра равны соответственно

$$M^+ = \frac{\sum_{i=1}^K A_i^+}{K} \quad (3)$$

$$M^- = \frac{\sum_{i=1}^L A_i^-}{L} \quad (4)$$

а их разность

$$\delta = M^+ - M^- \quad (5)$$

При работе исправной трансмиссии в режиме холостого хода все технологические зазоры раскрыты. Это обуславливает достаточно высокий уровень амплитуд на частотах, соответствующих ударным процессам в передачах и подшипниковых узлах, при практически постоянных амплитудах других частотных составляющих. В огибающей спектра появляются резкие пики на указанных информативных частотах. При росте нагрузки до номинальной включительно повышается общий уровень вибрации за счет увеличения всех  $A_i$ . Но при этом закры-

ваются технологические зазоры, что обуславливает существенное снижение амплитуд на указанных частотах, сглаживание огибающей спектра и, как следствие, уменьшение  $M^+$ . Все это в конечном итоге приводит к тому, что  $\delta \ll \delta_{xx}$  (фиг. 2). При наличии в трансмиссии дефектов указанный уровень нагрузки не обеспечивает полное закрытие зазоров. Более того, по мере роста нагрузки относительные ускорения движения соударяющихся зубьев увеличиваются. Вся картина изменения огибающей спектра становится противоположной описанной. При этом  $\delta \gg \delta_{xx}$  (фиг. 3).

Математические ожидания  $M^+$  и  $M^-$  как обобщенные характеристики спектра, инвариантны к случайным изменениям значений огибающей и достаточно чувствительны к изменениям  $A_i$ , обусловленным дефектами. Принцип сравнения значений на холостом ходу и под нагрузкой обеспечивает возможность применения способа диагностики при любых режимах нагружения и не требует проведения эталонных испытаний диагностируемого редуктора. Способ не критичен к изменению расположения датчика вибраций при переходе от одной серии измерений к другой.

Таким образом, использование разности математических ожиданий значений огибающей спектра, больших и меньших математического ожидания  $M$ , в качестве диагностического признака позволяет повысить достоверность и снизить трудоемкость диагностирования трансмиссий горных машин за счет учета влияния нагрузки на диагностический признак и исключения эталонных испытаний.

Устройство, реализующее способ, содержит датчики 1 и 2 соответственно вибраций и нагрузки (датчик тока приводного электродвигателя), предварительный усилитель 3, блок 4 фильтрации, блок 5 выделения огибающей спектра, пороговые блоки 6—8 и 15, логические элементы И 9 и 10, ключевые элементы 11, 12 и 16, блоки  $\delta_{xx}$  13 и  $\delta_n$  вычисления, блок 17 сравнения и блок 18 индикации. При этом блоки 1—5 соединены последовательно, а выход блока 2 связан с входами блоков 6—8. Выходы блоков 6 и 7 соединены с входами блока 9, выход которого подключен к управляющему входу блока 11 и к второму управляющему входу блока 13. Кроме того, выход блока 6 связан с первыми управляющими входами блоков 13 и 14. Выходы блоков 7 и 8 соединены с входами блока 10, выход которого подключен к управляющему входу блока 12 и к второму управляющему входу блока 14. Выход блока 5 связан с информационными входами блоков 11 и 12, выходы которых соединены с информационными входами блоков 13 и 14 соответственно. Выход блока 13 подключен к первому входу блока 17 сравнения и через пороговое устройство 15 к управляющему

выходу блока 16, информационный вход которого связан с выходом блока 14, а выход — с вторым входом элемента 17 сравнения, выход которого соединен с входом блока 18

Все блоки устройства являются известными стандартными узлами средств измерительной и вычислительной техники. При этом работа блоков 6—10, 15 и 17 описывается следующими алгоритмами:

$$U_6 = \begin{cases} 1, U_2 \geq U_{xx} - \Delta_{xx} \\ 0, U_2 < U_{xx} - \Delta_{xx} \end{cases} \quad (6)$$

$$U_7 = \begin{cases} 1, U_2 \leq U_{xx} + \Delta_{xx} \\ 0, U_2 > U_{xx} + \Delta_{xx} \end{cases} \quad (7)$$

$$U_8 = \begin{cases} 1, U_2 \leq U_{ном} \\ 0, U_2 > U_{ном} \end{cases} \quad (8)$$

$$U_9 = U_6 U_7, \quad (9)$$

$$U_{10} = \bar{U}_7 U_8, \quad (10)$$

$$U_{15} = \begin{cases} 1, U_{13} > 0 \\ 0, U_{13} \leq 0 \end{cases} \quad (11)$$

$$U_{17} = U_{16} - U_{13}, \quad (12)$$

где  $U_{xx}$  — уставка по току холостого хода приводного электродвигателя,

$\Delta_{xx}$  — зона допусков, введенная для учета разброса в значениях токов холостого хода для однотипных двигателей,

$U_{ном}$  — уставка по номинальному току приводного электродвигателя

Устройство работает следующим образом

Если  $U_2 < U_{xx} - \Delta_{xx}$ , то  $U_6 = 0$ , и информация на выходе блоков 13 и 14 обнуляется. Если  $U_2 = U_{xx} \pm \Delta_{xx}$ , то  $U_6 = U_7 = U_9 = 1$ , открывается ключ 11 и информация с выхода блока 5 поступает на информационный вход блока 13. Одновременно сигналом  $U_6 = 1$  запускается генератор импульсов, входящий в состав блока 13, который задает временной режим работы блока 13 и периодичность смены информации на его выходе. В качестве указанного периода может быть принято, например, время пяти оборотов выходного вала диагностируемого редуктора. Если  $U_{xx} + \Delta_{xx} < U_2 \leq U_{ном}$ , то  $U_7 = 0$ ,  $U_8 = U_{10} = 1$ , открывается ключ 12 и включается в работу блок 14, который полностью идентичен блоку 13

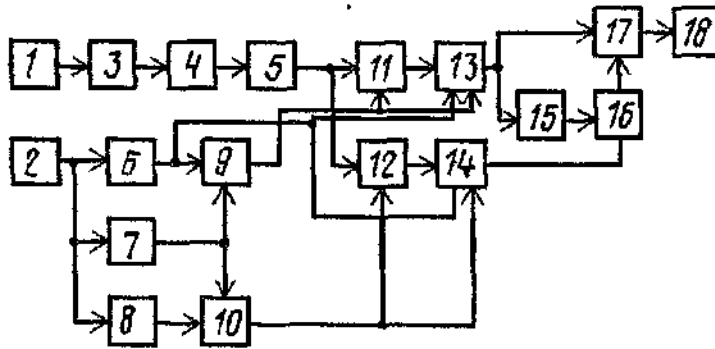
В процессе работы горных машин часто возникают ситуации, когда запуск редуктора проводится под нагрузкой. Это нарушает процесс диагностирования и может привести к ошибочным результатам, поскольку в этом случае  $U_{13} = 0$  ( $\delta_{xx} = 0$ ). Для исключения подобных ошибок в устройство введены пороговое устройство 15 и ключ 16, которые обеспечивают сравнение реальных значений  $\delta_{xx}$  и  $\delta_n$  только при  $\delta_{xx} \neq 0$

Индикатор на блоке 18 светится только при  $U_{17} > 0$ , что соответствует ситуации  $\delta_n > \delta_{xx}$ , т.е. отказу диагностируемого редуктора

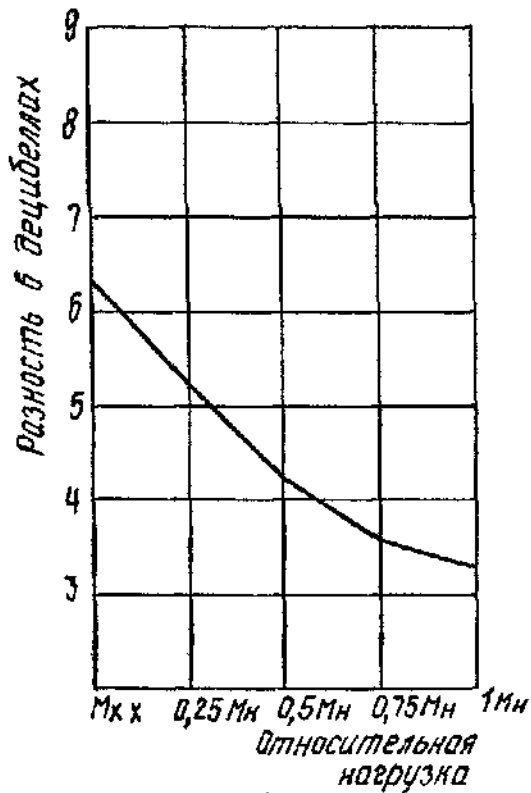
Предлагаемый способ позволяет повысить достоверность и снизить трудоемкость диагностирования за счет учета влияния нагрузки на диагностический признак и исключения стадии эталонных испытаний из процесса контрольных испытаний изготовленных (или отремонтированных) редукторов

#### Формула изобретения

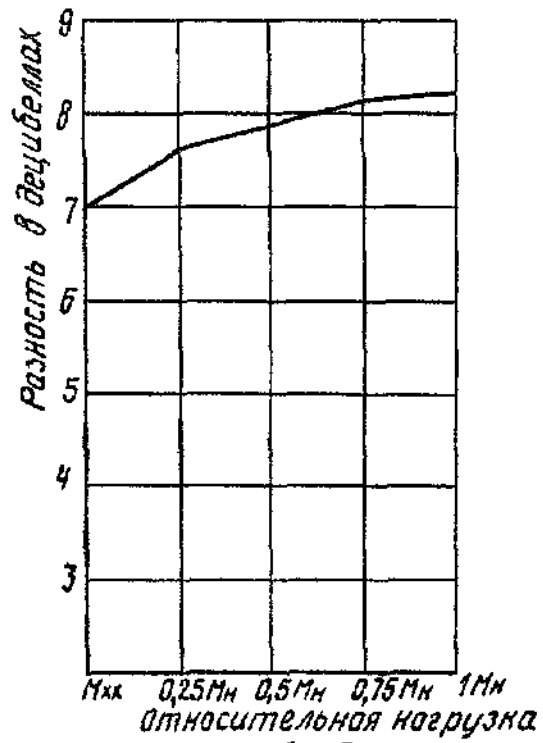
Способ диагностики технического состояния трансмиссий горных машин с приводным двигателем, заключающийся в регистрации вибрационного сигнала трансмиссии, получении его полосового амплитудно-частотного спектра и выделении сигнала огибающей спектра, отличающийся тем, что, с целью повышения достоверности за счет учета влияния нагрузки на диагностический признак и не критичности к точке измерения вибраций, задают значения токов приводного двигателя, соответствующих холостому ходу и номинальной нагрузке, измеряют ток приводного двигателя, в случае, когда величина тока приводного двигателя не больше тока соответствующего холостому ходу в случае, когда величина тока приводного двигателя меньше или равна току, соответствующему номинальной нагрузке, определяют диагностический признак как разность математических ожиданий значений огибающих, больших и меньших математического ожидания выделенного сигнала огибающей спектра, сравнивают полученные значения диагностического параметра и, если значение диагностического признака при токе, соответствующем току холостого хода, меньше, чем при токе, меньшем или соответствующем номинальной нагрузке, но большем тока холостого хода, фиксируют отказ трансмиссии, при этом при диагностировании вибрационный сигнал измеряют в произвольной выбранной точке трансмиссии



Фиг 1



Фиг.2



Фиг 3

Редактор О Головач  
Заказ 6317/30

Составитель Л Лукашанец  
Техред И Верес  
Тираж 470

Корректор А Тяско  
Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий  
113035, Москва Ж-35, Раушская наб, д 4/5  
Филиал ИПП «Патент», г Ужгород, ул Проектная, 4