

(51)5 G 01 H 11/06, G 01 B 7/00

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

тельной катушки 2 и исследуемым объектом 3 происходит изменение индуктивности измерительной катушки 2 и, как следствие этого, изменение частоты колебаний генератора 1 что приводит к изменению выходных сигналов обоих частотных детекторов 5 и 7. Суммированием их сигналов в сумматоре 9 получают преобразованный сигнал с линейной характеристикой на участке 0,5-3,0 мм. При плавном увеличении сигнала размаха виброперемещения срабатывает пороговый блок, а по его команде - блок сигнализации В случае появления в сигнале виброперемещения скачкообразного увеличения сигнала размаха этот сигнал оценивается по крутизне фронта, уровню и длительности в сигнализаторе 19 скачка размаха виброперемещения В преобразователе 13 пиковых значений виброперемещения переменная составляющая сигнала преобразуется в постоянное напряжение вне зависимости от направления перемещения объекта. 2 з.п.ф-лы, 4 ил.

$\Phi_{U2.1}$

(19) SU (11) 1665235 A2

Изобретение относится к измерительной технике и является усовершенствованием устройства по авт. св. № 1010470.

Цель изобретения — повышение достоверности и эффективности контроля вибро-состояния турбоагрегата при его пуске и эксплуатации, которое достигается путем расширения числа измеряемых и регистрируемых параметров виброперемещения размаха и пиковых значений виброперемещения, относительных статических (линейных) перемещений вала, а также сигнализации о превышении опасного уровня размаха и скачка размаха виброперемещения.

На фиг. 1 изображена структурная схема устройства; на фиг. 2 — структурная схема преобразователя размаха виброперемещения; на фиг. 3 — структурная схема частотного детектора; на фиг. 4 — экспериментальные характеристики: кривая 1 — вихретокового преобразователя (датчика), кривые 2–7 — частотного детектора, кривая 8 — выходная характеристика устройства с использованием описанного частотного детектора на выходе сумматора основного устройства.

Все характеристики получены на макетном образце устройства с катушкой индуктивности с наружным диаметром 12 мм.

Устройство для измерения вибрации и перемещений содержит генератор 1, измерительную катушку 2, включенную в колебательный контур генератора 1 и расположенную на установочном зазоре $\delta_{уст}$ вблизи объекта 3, подключенные к выходу генератора 1 последовательно соединенные первый усилитель-ограничитель 4 и первый частотный детектор 5, подключенный к выходу генератора 1 последовательно соединенные второй усилитель-ограничитель 6, второй частотный детектор 7, согласующий каскад 8 и сумматор 9, вторым входом подключенный к выходу первого частотного детектора 5. Выход сумматора 9 подключен к регистратору 10, к нормирующему блоку 11 сигнала виброперемещения в виде $U(\dot{x}(t))$, к преобразователю 12 относительного статического перемещения, к преобразователю 13 пиковых значений виброперемещения, к преобразователю 14 размаха виброперемещения и через один из входов коммутатора 15 к блоку 16 цифрового измерения и индикации. При этом один выход преобразователя 12 относительного статического перемещения подключен к нормирующему блоку 17 сигнала относительного статического перемещения в виде $\pm U(\delta_{ст})$, а второй его выход и выходы преобразователя 13 пиковых зна-

чений виброперемещения и преобразователя 14 размаха виброперемещений подключены к соответствующим входам коммутатора 15. В свою очередь выход преобразователя 14 размаха виброперемещений подключен одновременно на входы сигнализатора 18 превышения размаха виброперемещения, сигнализатора 19 скачка размаха виброперемещения и нормирующего блока 20 размаха виброперемещения в виде $U(S_{m1} + S_{m2})$, где S_{m1} , S_{m2} — амплитуды полуволн виброперемещений.

Второй (импульсный) выход блока 16 цифрового измерения и индикации соединен с вторыми импульсными входами преобразователя 14 размаха виброперемещений и сигнализатора 19 скачка размаха виброперемещения.

Преобразователь 14 размаха виброперемещений содержит два однополупериодных разнополярных пиковых вольтметра 21 и 22. Своими аналоговыми выходами они подключены к инвертирующему и прямому входам сумматора 23, электронные ключи 24 и 25 подключены параллельно аналоговым выходам пиковых вольтметров 21 и 22, импульсные выходы которых подключены на обнуляющие входы счетчика 26 импульсов и триггера 27. Счетный вход счетчика 26 импульсов является его вторым входом и подключен к импульсному выходу блока 16 цифрового измерения и индикации. Сигнализатор 18 превышения размаха виброперемещения содержит пороговый блок 28, задатчик 29 уставкой допустимого уровня размаха и блок 30 сигнализации. Выход сумматора 23 является выходом преобразователя 14 размаха виброперемещения и подключен (фиг. 3) на вход сигнализатора 19 скачка размаха виброперемещения.

Частотный детектор 5 или 7 устройства содержит последовательно соединенные D-триггер 31, формирователь 32 последовательности импульсов, генератор 33 пилообразного напряжения, пиковый вольтметр 34, а также подключенный к второму входу D-триггера 31 опорный генератор 35.

Устройство работает следующим образом.

При изменении за счет виброперемещения или перемещения величины первоначального установочного зазора $\delta_{уст}$ между торцом измерительной катушки 2 и исследуемым объектом (валом) 3 происходит изменение индуктивности измерительной катушки 2 и, как следствие этого, изменение частоты колебаний генератора 1, что приводит к изменению выходных сигналов обоих

частотных детекторов 5 и 7, на входы которых поступает сигнал через усилители-ограничители 4 и 6 соответственно.

В частотных детекторах 5 и 7 частотно-модулированный сигнал поступает на один из входов D-триггера 31, на второй вход которого поступает сигнал фиксированной частоты F_0 от опорного генератора 35. На выходе D-триггера 31 получается сигнал разностной частоты, который формирователем 32 преобразуется в последовательность импульсов, которыми запускается генератор 33 пилообразного напряжения. Величина пиковых значений этого сигнала преобразуется пиковым вольтметром 34 в сигнал, пропорциональный изменению периода разностной частоты. В итоге частотными детекторами 5 и 7 преобразуется сигнал вихротокового датчика в сигнал, пропорциональный величине перемещения и виброперемещения.

Анализ экспериментальных выходных характеристик частотного детектора (фиг. 4, кривые 2-7) показывает, что выбором частоты F_0 опорного генератора 35 в диапазоне $F_0 < F_{мин}$ можно существенно деформировать его выходную характеристику.

Суммированием сигналов частотных детекторов 5 и 7 с соответствующей их настройкой и соответствующим коэффициентом передачи согласующего каскада 8 в сумматоре 9 получится преобразованный сигнал с линейной характеристикой на участке 0,5-3,0 мм (кривая 8, фиг. 4), что способствует повышению достоверности контроля вибросостояния и расширению функциональных возможностей устройства.

Сигнал с выхода сумматора 9, содержащий постоянную составляющую, пропорциональную установочному зазору $U(\delta_{уст})$ и статическому перемещению $\pm U(\delta_{ст})$, а также переменную $U(\delta(t))$ пропорциональную виброперемещению, поступает на регистратор 10. Дополнительно этот сигнал подается через коммутатор 15 на блок 16 цифрового измерения и индикации, а также на преобразователь 14 размаха виброперемещения, на преобразователь 13 пиковых значений виброперемещения, на преобразователь 12 относительных статических перемещений и на нормирующий блок 11 сигнала виброперемещения, обеспечивающий дополнительный нормированный выход по переменному напряжению, пропорциональному переменной составляющей сигнала (вибрации), для подключения аппаратуры анализа спектра вибрации или для обработки на ЭВМ.

В преобразователе 14 размаха виброперемещения переменная составляющая

сигнала поступает на пиковые разнополярные вольтметры 21 и 22, которые фиксируют величину пиковых значений (полуразмахов) сигнала каждой волны виброперемещения, и после их суммирования в сумматоре 23 получается сигнал, пропорциональный размаху виброперемещения одной полярности, который выдается на нормирующий блок 20 размаха виброперемещения, имеющий выход для непрерывной регистрации сигнала размаха, например, самопишущего прибора.

При необходимости уровень размаха виброперемещения контролируется блоком 16 цифрового измерения и индикации путем подачи этого сигнала на его вход через коммутатор 15.

Для обеспечения измерения и регистрации уровня размаха виброперемещения с заданной точностью и особенно на нижней границе частотного диапазона устройства, например, начиная с 0,5 Гц, постоянную времени пиковых вольтметров 21 и 22 выбирают такой, чтобы разность между двумя максимумами сигнала виброперемещения с постоянной амплитудой не превышала допустимую погрешность измерения и регистрации. Недостатком такого преобразователя размаха виброперемещения является то, что для регистрации уменьшения амплитуды требуется очень большой промежуток времени, т.е. большое запаздывание. Для уменьшения времени запаздывания при регистрации изменения уровня размаха в сторону уменьшения выходы пиковых вольтметров 21 и 22 шунтируют соответственно электронными ключами 24 и 25 по сигналу управления с триггера 27.

В пиковых вольтметрах 21 и 22 идет непрерывное сравнение предыдущей и последующих амплитуд измеряемого сигнала и в момент перехода максимума (пика) вырабатывается импульс подзарядки их конденсаторов (не показаны) и импульс на обнуляющие входы счетчиков 26 импульсов и триггера 27, что приводит их в исходное состояние и удерживает электронные ключи 24 и 25 в закрытом состоянии.

При уменьшении амплитуды сигнала виброперемещения — последующей по сравнению с предыдущей (при снижении уровня размаха) — пиковые вольтметры 21 и 22 прекращают вырабатывать импульсы для подзарядки конденсаторов и, следовательно, не будут поступать обнуляющие импульсы на счетчик 26 импульсов и триггер 27. Импульсы частотой $f = 1$ Гц, поступающие с второго (импульсного) выхода блока 16 цифрового измерения и индикации на счетный вход счетчика 26 импульсов записыва-

ются им до заполнения. Если в течение счета N импульсов до заполнения счетчика 26 импульсов не поступит обнуляющий импульс, то будет выдана команда на триггер 27 и по его команде сработают электронные ключи 24 и 25 и организуются цепи ускоренного разряда конденсаторов пиковых вольтметров 21 и 22. При уменьшении уровня заряда конденсаторов до величины пиковых значений сигнала виброперемещения вырабатывается обнуляющий импульс, которым счетчик 26 импульсов и триггер 27 приводятся в исходное состояние, а цепи ускоренного разряда конденсаторов размыкаются электронными ключами 24 и 25. При выборе $N=2$ схема управления ускоренным разрядом конденсаторов обеспечивает регистрацию изменения размаха виброперемещения, начиная с частот выше 0,25 Гц. Если частота измеряемого сигнала станет меньше 0,25 Гц, то счетчик 26 импульсов заполняется и выдается команда триггером 27 на электронные ключи 24 и 25, которые открываются и образуют цепи разряда конденсаторов пиковых вольтметров 21 и 22, и измерение сигнала размаха виброперемещения прекращается.

При плавном увеличении сигнала размаха виброперемещения на выходе преобразователя 14 размаха виброперемещения и достижения допустимого уровня и превышении установленного в задатчике 29 уставки допустимого уровня срабатывает пороговый блок 28, а по его команде и блок 30 сигнализации а при необходимости может выдаваться команда в устройство защиты.

В случае появления в сигнале размаха виброперемещения скачкообразного увеличения сигнала размаха, этот сигнал оценивается по крутизне фронта, по уровню и по длительности в сигнализаторе 19 скачка размаха виброперемещения, и после этого выдается сигнал о наличии такого скачка размаха в систему сигнализации.

В преобразователе 13 пиковых значений виброперемещения переменная составляющая сигнала преобразуется в постоянное напряжение, пропорциональное пиковому значению виброперемещения объекта вне зависимости от направления перемещения объекта. Для этого в качестве такого преобразователя может быть использован двухполярный пиковый вольтметр. Напряжение с выхода преобразователя 13 пиковых значений через коммутатор 15 подается на блок 16 цифрового измерения и индикации.

В преобразователе 12 относительного статического перемещения из постоянной

составляющей сигнала, пропорциональной зазору δ , поступающего с выхода сумматора 9, выделяется со своим знаком величина изменения постоянной составляющей сигнала, пропорциональной статическому перемещению (биению).

Все изменения этого сигнала, пропорциональные статическому перемещению относительно установленного нуля, преобразуются, например двухполупериодным выпрямителем, передаются с учетом знака через коммутатор 15 для измерения относительного статического перемещения, кроме того, эти изменения сигнала через нормирующий блок 17 поступают на нормированный выход сигнала в виде $\pm U(\delta_{ст})$, пропорционального относительному статическому перемещению объекта 3 для регистрации, например, самопишущим прибором.

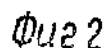
Таким образом, устройство позволяет, помимо измерения изменения зазора, измерить и зарегистрировать величину размаха виброперемещения объекта и ее пиковые значения, по ним оценить величину и симметричность колебаний, выдать команды в систему сигнализации, а также защиты объекта контроля при превышении уровнем размаха допустимого уровня при плавном и скачкообразном изменении величины виброперемещения, контролировать и регистрировать изменения относительного статического перемещения, например, вала в подшипнике турбоагрегата, и при необходимости анализировать виброперемещения по гармоническому составу в целях вибродиагностики.

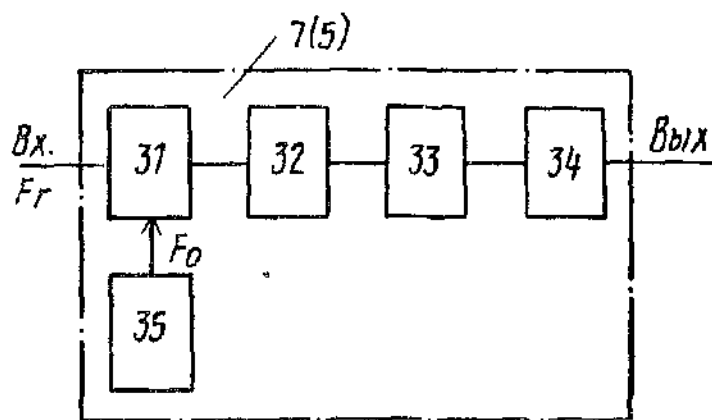
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1 Устройство для измерения вибрации и перемещений по авт. св. № 1010470, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью расширения функциональных возможностей за счет получения информации о величине размаха виброперемещения, его пиковых значениях, биениях, а также их изменении во времени, оно снабжено подключенными к выходу сумматора нормирующим блоком сигнала виброперемещения, преобразователем относительного статического перемещения, преобразователем пиковых значений виброперемещения, преобразователем размаха виброперемещения и коммутатором, подключенным к выходу преобразователя размаха виброперемещения сигнализатором превышения размаха виброперемещения, сигнализатором скачка размаха виброперемещения и нормирующего блока сигнала виброперемещения.

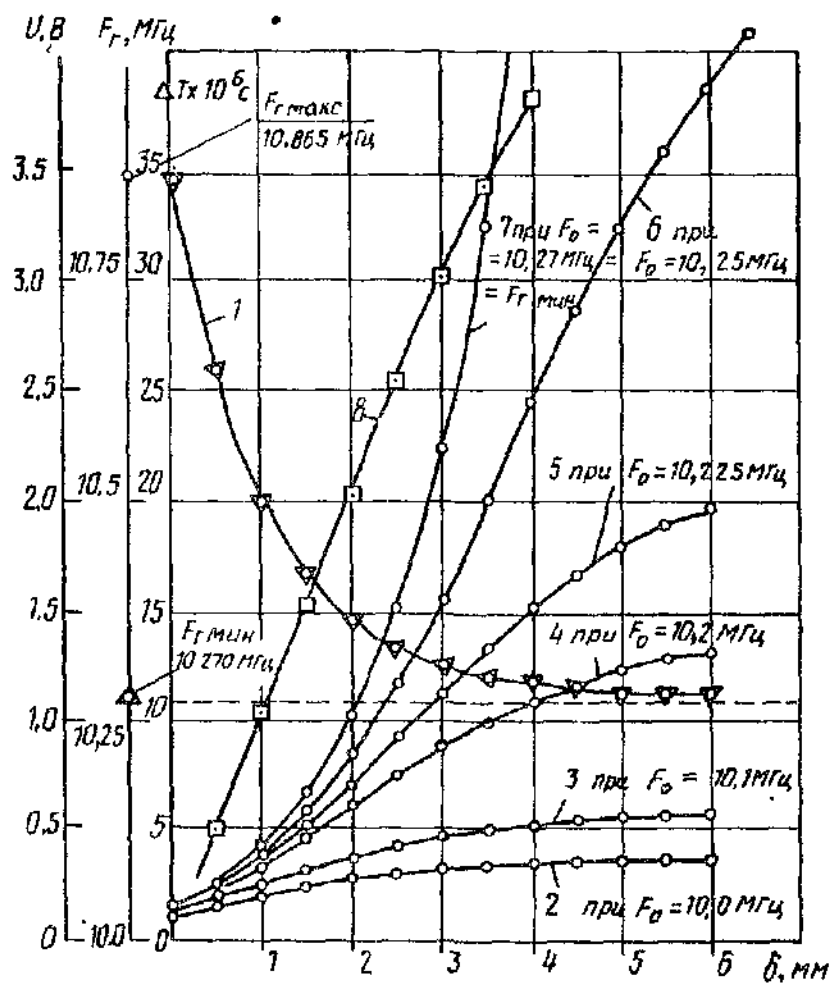
2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что, с целью уменьшения погрешности регистрации размаха виброперемещения преобразователь размаха виброперемещения выполнен в виде двух разнополярных пиковых вольтметров обобщенные входы которых являются первым входом преобразователя размаха виброперемещения, сумматора подключенного

3 Устройство по п 1 отличается тем, что, с целью увеличения диапазона измеряемых перемещений частотные детекторы выполнены в виде последовательно соединенных опорного генератора, D-триггера формирователя последовательности импульсов генератора пилообразного напряжения и пикового вольтметра, второй вход D-триггера является входом частотного детектора, выход пикового вольтметра является выходом частотного детектора





Фиг. 3



Фиг. 4

Редактор Н.Тулица

Составитель К.Тавлинов
Техред М.Моргентал

Корректор И.Муска

Заказ 2386

Тираж 325

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва Ж 35 Раушская наб. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101