



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008127824/22, 08.07.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
08.07.2008

(45) Опубликовано: 20.01.2009

Адрес для переписки:

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 75, ФГОУ  
ВПО "Челябинский государственный  
агроинженерный университет", каф.ТОТС

(72) Автор(ы):

**Машрабов Нематулла (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

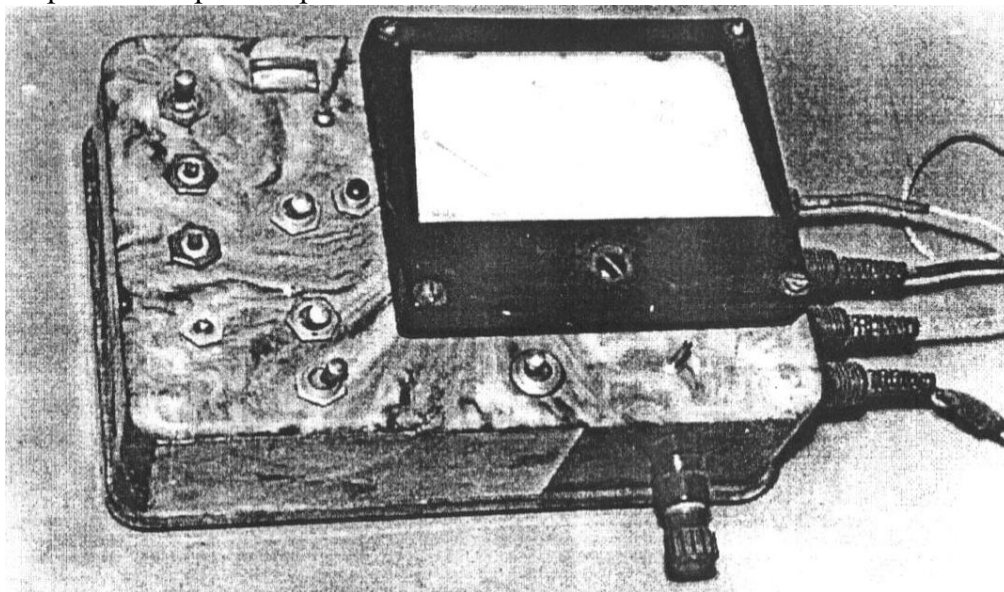
**Федеральное государственное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Челябинский государственный  
агроинженерный университет" (ФГОУ ВПО  
ЧГАУ) (RU)**

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ИЗДЕЛИЙ

Формула полезной модели

1. Устройство для контроля повреждений изделий, включающее механизм возбуждения в изделиях затухающих колебаний, датчик для улавливания затухающих колебаний, усилитель переменных электрических сигналов, расположенный на выходе датчика, и измеритель для регистрации параметров скорости затухания колебаний, отличающееся тем, что установлена регулирующая система для изменения уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что регулирующая система включает в себя два переменных резистора.



Полезная модель относится к устройствам для исследования физико-механических свойств материалов, а именно для контроля внутреннего трения, накопленных повреждений материала изделий (деталей машин) путем возбуждения ударом затухающих колебаний в проверяемом изделии и последующим определением скорости их затухания.

Известно устройство для исследования динамических свойств материалов, внутреннего трения, накопленных повреждений материала изделий (деталей машин) [Козлов И.А. и др. Исследование прочности деталей машин при помощи тензодатчиков сопротивлений. Киев, 1967, с.178, рис.84].

Недостатком такого устройства является низкая чувствительность при определении динамических свойств материалов.

Наиболее близкой по технической сущности к предлагаемому является устройство для контроля целостности изделий, которое содержит два параллельно включенных тиратрона, на сетку одного из которых подаются усиленные электрические колебания через интегрирующую цепочку, обеспечивающую плавное увеличение напряжения на сетке, а в цепь катода второго тиратрона включена обмотка сортирующего реле, срабатывающего при затухании сигнала до истечения установленного отрезка времени. [А.С. №136086 Устройства для контроля целостности изделий. Бюл. №4, 1961 г].

Недостатком такого устройства является низкая чувствительность при определении динамических свойств материалов, особенно при определении повреждений изделий.

Целью предлагаемой полезной модели является повышение точности контроля накопленных повреждений материала изделий (деталей машин).

Поставленная цель достигается тем, что предлагаемое устройство для контроля повреждений изделий (деталей машин), как и в прототипе, содержит механизм возбуждения в них затухающих колебаний, датчик для улавливания затухающих колебаний, установленный на проверяемом изделии или вблизи него, усилитель переменных электрических сигналов, расположенный на выходе датчика, и измеритель для регистрации параметров скорости затухания колебаний.

В отличие от прототипа предлагаемое устройство содержит регулируемую систему для изменения уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний, состоящую из переменных резисторов  $R_9$  и  $R_{10}$ .

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство для контроля повреждений изделий (деталей машин) отличается наличием новых признаков:

- регулирующей системы для изменения уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний;
- система включает в себя два переменных резистора  $R_9$  и  $R_{10}$ .

При анализе патентной и технической литературы заявитель не обнаружил другого тождественного и эквивалентного заявляемому устройству технического решения и поэтому полагает, что предполагаемая полезная модель соответствует критерию охраноспособности «новизна».

Наличие в устройстве системы регулирования уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний позволяет измерять скорость затухания на установленном участке затухающих колебаний, что позволяет повысить точность контроля повреждений изделий.

Первый переменный резистор  $R_9$  служит для регулирования верхнего уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний, а второй  $R_{10}$  - для нижнего уровня

регистрируемых амплитудных значений колебаний, они позволяют более точно установить пороговые значения амплитуды колебаний.

Таким образом, эти признаки обеспечивают повышение точности контроля, что подтверждает соответствие предложенной полезной модели критерию «промышленная применимость».

Пояснения по конструкции и работе устройства представлены на рисунках:

Рис.1. Процесс затухания колебаний.

Рис.2. Принципиальная схема устройства для контроля повреждений изделий.

Рис.3 Общий вид устройства.

Рис.4 Блок-схема установки.

Весь процесс свободных затухающих колебаний может быть разбит на три участка (рис.1). В начале процесса действительные колебания являются результатом сложения двух простых гармонических колебаний (вынужденные и свободные). Эти составляющие имеют различные амплитуды, различные частоты и различные фазы. Вследствие демпфирования после некоторого времени вынужденные колебания исчезают и остается только установившийся процесс свободных колебаний. Кроме этого, следует учесть, что участок затухания колебаний с малым значением амплитуды (участок 4) также для контроля (анализа процесса) не пригоден (амплитуда колебаний в этом случае соизмерима с уровнем шумов и помех).

Заявляемое устройство рис.2, 3, 4 содержит механизм возбуждения в контролируемом изделии затухающих колебаний, датчик для улавливания затухающих колебаний, усилитель переменных электрических сигналов, расположенный на выходе датчика, и измеритель параметров скорости затухания колебаний. В устройстве установлено два переменных резистора:  $R_9$ , служащий для изменения верхнего уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний (СПЧ-А-0,5-4,7 Ком, А-ВС-2-12), и  $R_{10}$ , служащий для изменения нижнего уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний (СПЧ-А-0,5-4,7 Ком, А-ВС-2-12). Общий вид предлагаемого устройства для контроля повреждений изделий (деталей машин) показан на рисунке 3.

Устройство работает следующим образом.

Испытываемый образец (коленчатый вал) 1 (рис.4) при помощи подвесного механизма подвешивается на пучке капроновых нитей 5. При этом к испытываемому образцу предварительно закрепляются инерционные массы 2. На

одной из инерционных масс 2 жестко закреплен пьезокерамический датчик 3 (Д-13). Вибропреобразователь Д-13 используется для преобразования механических колебаний в электрические сигналы. Выход датчика связан с усилителем 6. Выход предварительного усилителя 6 связан с входами предлагаемого устройства 7 и двух осциллографов 10 (однолучевой) и 11 (двухлучевой). Питание порогового устройства осуществляется при помощи блока питания 8. Для фиксации параметров колебаний используется частотомер-хронометр 9.

Для возбуждения колебаний тангенциально в плоскости, перпендикулярной оси вала, по одному из масс наносится удар. Колебания системы воспринимаются датчиком 3, находящимся в механическом контакте с инерционной массой 2. Механические колебания системы датчик 3 преобразует в электрические колебания с той же частотой, как и частота механической системы. Эти электрические колебания усиливаются усилителем 6 и подаются в предлагаемое устройство 7. Устройство пропускает электрические колебания с заранее заданными уровнями амплитудных значений. Сигналы с устройства подаются на прибор 9 и на осциллографы 10 и 11.

Прибор 9 фиксирует частоту подаваемых сигналов или время затухания сигнала, поступающего из предлагаемого устройства.

Предлагаемое устройство позволяет измерить один из важнейших параметров колебаний - время затухания электрических сигналов при уменьшении их амплитудного значения.

Для экспериментального установления верхнего и нижнего значений пропускаемых электрических сигналов используются осциллографы 10 и 11.

На вход устройства поступает электрический сигнал в виде синусоидального затухающего напряжения. Напряжение входного сигнала через разъем А, резистор  $R_4$  поступает на фильтр ограничитель ( $C_1, V_1, V_2$ ) (рисунок 2). С фильтра амплитудные значения сигнала подводятся через резисторы  $R_6$  и  $R_5$  на инверсные входы микросхем  $D_1$  и  $D_2$ .

Опорные напряжения (верхние и нижние пороги срабатывания) через резисторы  $R_9, R_7, R_{10}, R_8$  проводятся на прямые входы микросхем  $D_1$  и  $D_2$ . Микросхемы  $D_1$  и  $D_2$  охвачены положительной обратной связью через емкости  $C_2$  и  $C_3$ .

Когда напряжение на инверсном и прямом входах микросхемы сравниваются по величине, микросхема начинает генерировать сигнал с частотой порядка 20 кГц.

Опорные напряжения в той и другой микросхеме могут изменяться и задаются резисторами  $R_9, R_{10}$ .

С выходов микросхем  $D_1$  и  $D_2$  сигналы через разделительные емкости  $C_7, C_8$  поступают на транзисторы  $V_3, V_4$ , которые управляют работой микросхемы  $D_{4.1}$ .

Триггер на микросхеме  $D_{4.1}$  меняет свое состояние в зависимости от очередности работы микросхем  $D_1$  и  $D_2$ . Микросхема  $D_{4.1}$  срабатывает при поступлении первого импульса пачки импульсов, выдаваемых микросхемами  $D_1$  и  $D_2$ . Этим обеспечивается высокая надежность срабатывания и точность отсечки заданных порогов сигнала. Положительная обратная связь в микросхемах  $D_1$  и  $D_2$  позволяет резко сократить время переходных процессов. С выходов микросхемы  $D_{4.1}$  опорный сигнал поступает на микросхему  $D_5$ , служащую развязкой.

Напряжение выхода контролируется миллиамперметром «Контроль».

Величина опорных напряжений («верхний», «нижний» уровни поступающего сигнала) контролируется миллиамперметром «Порог».

Проверка работы устройства, собранного по данной схеме, при анализе затухания одной и той же колебательной системы показала, что разброс в показаниях счетного устройства от удара к удару составляет всего  $\pm 3\%$ . Устройство использовано при дефектации коленчатых валов двигателя ЯМЗ-240 и КамАЗ-740. Измеритель фиксирует время затухания свободных крутильных колебаний, при этом повышается точность регистрируемого показателя колебаний, что, в свою очередь, приводит к повышению точности контроля исследуемых свойств материала образцов или деталей машин, тем самым снижает вероятность попадания негодных деталей в эксплуатацию.

#### (57) Реферат

Полезная модель относится к исследованию физико-механических свойств материалов, а именно к устройствам для контроля внутреннего трения, накопленных повреждений материала изделий, основанных на возбуждении ударом затухающих колебаний в проверяемом изделии и последующем определении скорости их затухания. Устройство позволяет провести неразрушающий контроль накопленных повреждений в деталях машин в динамическом режиме по показателю скорости затухания свободных крутильных колебаний. Предлагаемое устройство для контроля

повреждений изделий (деталей машин) содержит механизм возбуждения в контролируемом изделии затухающих колебаний, датчик для улавливания затухающих колебаний, усилитель переменных электрических сигналов, расположенный на выходе датчика, и измеритель параметров скорости затухания колебаний, первый переменный резистор служит для изменения верхнего уровня регистрируемых амплитудных значений свободно затухающих крутильных колебаний (СПЧ-А-0,5-4,7 Ком, А-ВС-2-12), и второй переменный резистор - для изменения нижнего уровня тех же колебаний (СПЧ-А-0,5-4,7 Ком, А-ВС-2-12).

10 Устройство позволяет повысить точность контролируемых физико-механических свойств материалов (накопленных повреждений материала изделий или деталей машин), тем самым снижает вероятность попадания негодных деталей в эксплуатацию.

15

20

25

30

35

40

45

50

## РЕФЕРАТ

## Устройство для контроля повреждений изделий

Полезная модель относится к исследованию физико-механических свойств материалов, а именно к устройствам для контроля внутреннего трения, накопленных повреждений материала изделий, основанных на возбуждении ударом затухающих колебаний в проверяемом изделии и последующем определением скорости их затухания.

Устройство позволяет провести неразрушающий контроль накопленных повреждений в деталях машин в динамическом режиме по показателю скорости затухания свободных крутильных колебаний.

Предлагаемое устройство для контроля повреждений изделий (деталей машин), содержит механизм возбуждения в контролируемом изделии затухающих колебаний, датчик для улавливания затухающих колебаний, усилитель переменных электрических сигналов, расположенный на выходе датчика, и измеритель параметров скорости затухания колебаний, первый переменный резистор служит для изменения верхнего уровня регистрируемых амплитудных значений свободно затухающих крутильных колебаний (СПЧ-А-0,5-4,7 Ком, А-ВС-2-12), и второй переменный резистор - для изменения нижнего уровня тех же колебаний (СПЧ-А-0,5-4,7 Ком, А-ВС-2-12).

Устройство позволяет повысить точность контролируемых физико-механических свойств материалов (накопленных повреждений материала изделий или деталей машин), тем самым снижает вероятность попадания негодных деталей в эксплуатацию.

**2008127824**МПК<sup>7</sup> G 01 N 29/04, B 07 C 5/34

## Устройство для контроля повреждений изделий

Полезная модель относится к устройствам для исследования физико-механических свойств материалов, а именно для контроля внутреннего трения, накопленных повреждений материала изделий (деталей машин) путем возбуждения ударом затухающих колебаний в проверяемом изделии и последующим определением скорости их затухания.

Известно устройство для исследования динамических свойств материалов, внутреннего трения, накопленных повреждений материала изделий (деталей машин) [Козлов И.А. и др. Исследование прочности деталей машин при помощи тензодатчиков сопротивлений. Киев, 1967, с.178, рис. 84].

Недостатком такого устройства является низкая чувствительность при определении динамических свойств материалов.

Наиболее близкой по технической сущности к предлагаемому является устройство для контроля целостности изделий, которое содержит два параллельно включенных тиратрона, на сетку одного из которых подаются усиленные электрические колебания через интегрирующую цепочку, обеспечивающую плавное увеличение напряжения на сетке, а в цепь катода второго тиратрона включена обмотка сортирующего реле, срабатывающего при затухании сигнала до истечения установленного отрезка времени. [А.С. №136086 Устройство для контроля целостности изделий. Бюл. №4, 1961г].

Недостатком такого устройства является низкая чувствительность при определении динамических свойств материалов, особенно при определении повреждений изделий.

Целью предлагаемой полезной модели является повышение точности контроля накопленных повреждений материала изделий (деталей машин).

Поставленная цель достигается тем, что предлагаемое устройство для контроля повреждений изделий (деталей машин), как и в прототипе содержит,

механизм возбуждения в них затухающих колебаний, датчик для улавливания затухающих колебаний, установленный на проверяемом изделии или вблизи него, усилитель переменных электрических сигналов, расположенный на выходе датчика и измеритель для регистрации параметров скорости затухания колебаний.

В отличие от прототипа предлагаемое устройство содержит регулируемую систему для изменения уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний, состоящую из переменных резисторов  $R_9$  и  $R_{10}$ .

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство для контроля повреждений изделий (деталей машин), отличается наличием новых признаков:

-регулирующей системы для изменения уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний;

-система включает в себя два переменных резистора  $R_9$  и  $R_{10}$ .

При анализе патентной и технической литературы заявитель не обнаружил другого тождественного и эквивалентного заявляемому устройству технического решения и поэтому полагает, что предполагаемая полезная модель соответствует критерию охраноспособности «новизна».

Наличие в устройстве системы регулирования уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний позволяет измерять скорость затухания на установившемся участке затухающих колебаний, что позволяет повысить точность контроля повреждений изделий.

Первый переменных резистор  $R_9$  служит для регулирования верхнего уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний, а второй  $R_{10}$  - для нижнего уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний, они позволяют более точно установить пороговые значения амплитуды колебаний.

Таким образом, эти признаки обеспечивают повышение точности контроля, что подтверждает соответствие предложенной полезной модели критерию «промышленная применимость».



Пояснения по конструкции и работе устройства представлены на рисунках:

Рис. 1. Процесс затухания колебаний

Рис. 2. Принципиальная схема устройства для контроля повреждений изделий

Рис. 3. Общий вид устройства

Рис. 4. Блок-схема установки

Весь процесс свободных затухающих колебаний может быть разбит на три участка (рис. 1). В начале процесса действительные колебания являются результатом сложения двух простых гармонических колебаний (вынужденные и свободные). Эти составляющие имеют различные амплитуды, различные частоты и различные фазы. Вследствие демпфирования после некоторого времени вынужденные колебания исчезают и остается только установившийся процесс свободных колебаний. Кроме этого следует учесть, что участок затухания колебаний с малым значением амплитуды (участок 4) также для контроля (анализа процесса) не пригоден (амплитуда колебаний в этом случае соизмерима с уровнем шумов и помех).

Заявляемое устройство рис.2,3,4 содержит механизм возбуждения в контролируемом изделии затухающих колебаний, датчик для улавливания затухающих колебаний, усилитель переменных электрических сигналов, расположенный на выходе датчика, и измеритель параметров скорости затухания колебаний. В устройстве установлено два переменных резистора:  $R_9$ , служащий для изменения верхнего уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний (СПЧ-А-0,5-4,7 Ком, А-ВС-2-12), и  $R_{10}$ , служащий для изменения нижнего уровня регистрируемых амплитудных значений колебаний (СПЧ-А-0,5-4,7 Ком, А-ВС-2-12). Общий вид предлагаемого устройства для контроля повреждений изделий (деталей машин) показан на рисунке 3.

Устройство работает следующим образом.

Испытываемый образец (коленчатый вал) I (рис.4) при помощи подвесного механизма подвешивается на пучке капроновых нитей 5. При этом к испытываемому образцу предварительно закрепляются инерционные массы 2. На

одной из инерционных масс 2 жестко закреплен пьезокерамический датчик 3 (Д-13). Вибропреобразователь Д-13 используется для преобразования механических колебаний в электрические сигналы. Выход датчика связан с усилителем 6. Выход предварительного усилителя 6 связан с входами предлагаемого устройства 7 и двух осциллографов 10 (однолучевой) и 11 (двухлучевой). Питание порогового устройства осуществляется при помощи блока питания 8. Для фиксации параметров колебаний используется частотомер-хронометр 9.

Для возбуждения колебаний тангенциально в плоскости, перпендикулярной оси вала, по одному из масс наносится удар. Колебания системы воспринимаются датчиком 3, находящимся в механическом контакте с инерционной массой 2. Механические колебания системы датчик 3 преобразует в электрические колебания с той же частотой, как и частота механической системы. Эти электрические колебания усиливаются усилителем 6 и подаются в предлагаемое устройство 7. Устройство пропускает электрические колебания с заранее заданными уровнями амплитудных значений. Сигналы с устройства подаются на прибор 9 и на осциллографы 10 и 11. Прибор 9 фиксирует частоту подаваемых сигналов или время затухания сигнала, поступающего из предлагаемого устройства.

Предлагаемое устройство позволяет измерить один из важнейших параметров колебаний - время затухания электрических сигналов при уменьшении их амплитудного значения.

Для экспериментального установления верхнего и нижнего значения пропускаемых электрических сигналов используется осциллографы 10 и 11.

На вход устройства поступает электрический сигнал в виде синусоидального затухающего напряжения. Напряжение входного сигнала через разъем А, резистор  $R_4$  поступает на фильтр ограничитель ( $C_1$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ) (рисунок 2). С фильтра амплитудные значения сигнала подводятся через резисторы  $R_6$  и  $R_5$  на инверсные входы микросхем  $D_1$  и  $D_2$ .

Опорные напряжения (верхние и нижние пороги срабатывания) через резисторы  $R_9$ ,  $R_7$ ,  $R_{10}$ ,  $R_8$  проводятся на прямые входы микросхем  $D_1$  и  $D_2$ . Микро-

схемы  $D_1$  и  $D_2$  охвачены положительной обратной связью через емкости  $C_2$  и  $C_3$ .

Когда напряжение на инверсном и прямом входах микросхемы сравниваются по величине, микросхема начинает генерировать сигнал с частотой порядка 20 кГц. Опорные напряжения в той и другой микросхеме могут изменяться и задаются резисторами  $R_9, R_{10}$ .

С выходов микросхем  $D_1$  и  $D_2$  сигналы через разделительные емкости  $C_7, C_8$  поступают на транзисторы  $V_3, V_4$ , которые управляют работой микросхемы  $D_{4.1}$ . Триггер на микросхеме  $D_{4.1}$  меняет свое состояние в зависимости от очередности работы микросхем  $D_1$  и  $D_2$ . Микросхема  $D_{4.1}$  срабатывает при поступлении первого импульса пачки импульсов, выдаваемых микросхемами  $D_1$  и  $D_2$ . Этим обеспечивается высокая надежность срабатывания и точность отсечки заданных порогов сигнала. Положительная обратная связь в микросхемах  $D_1$  и  $D_2$  позволяет резко сократить время переходных процессов. С выходов микросхемы  $D_{4.1}$  опорный сигнал поступает на микросхему  $D_5$ , служащую развязкой.

Напряжение выхода контролируется миллиамперметром «Контроль».

Величина опорных напряжений («верхний», «нижний» уровни поступающего сигнала) контролируется миллиамперметром «Порог».

Проверка работы устройства, собранного по данной схеме, при анализе затухания одной и той же колебательной системы показала, что разброс в показаниях счетного устройства от удара к удару составляет всего  $\pm 3\%$ . Устройство использовано при дефектации коленчатых валов двигателя ЯМЗ-240 и КамАЗ-740. Измеритель фиксирует время затухания свободных крутильных колебаний, при этом повышается точность регистрируемого показателя колебаний, что, в свою очередь, приводит повышению точности контроля исследуемых свойств материала образцов или деталей машин, тем самым снижает вероятность попадания негодных деталей в эксплуатацию.

Устройство для контроля  
повреждений изделий

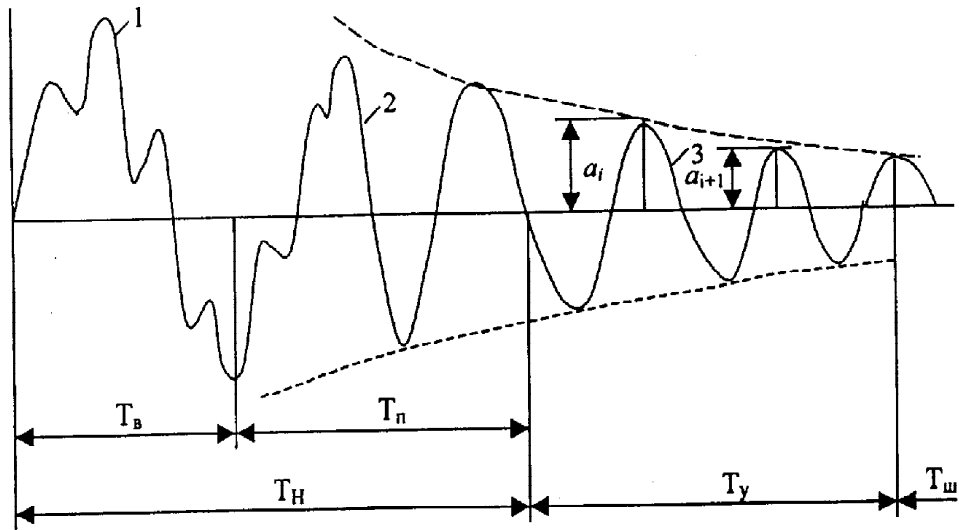


Рисунок 1

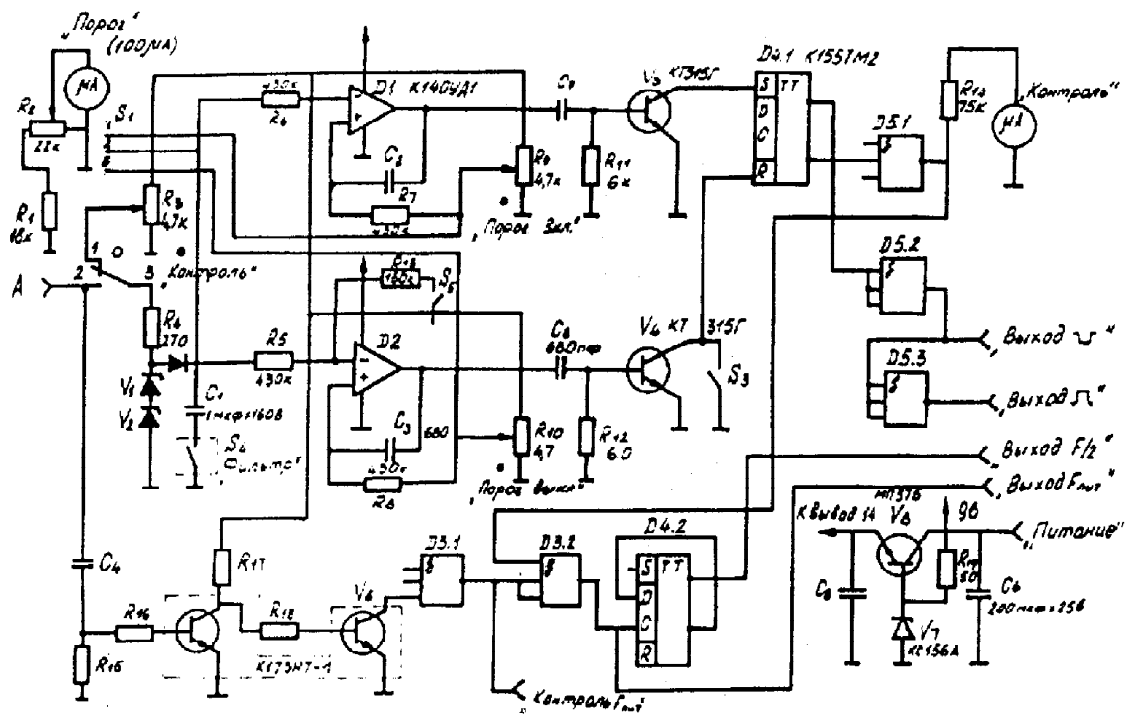


Рисунок 2.

Устройство для контроля  
повреждений изделий

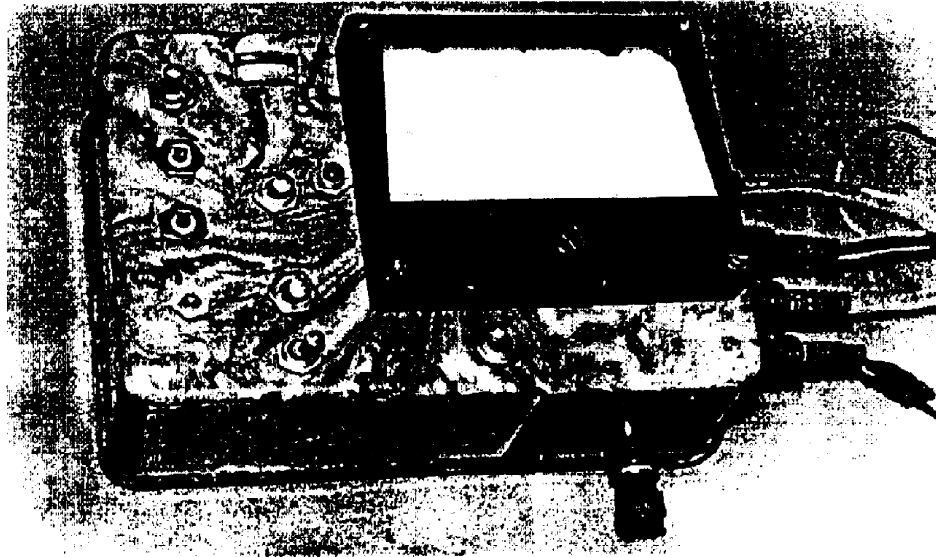


Рисунок 3

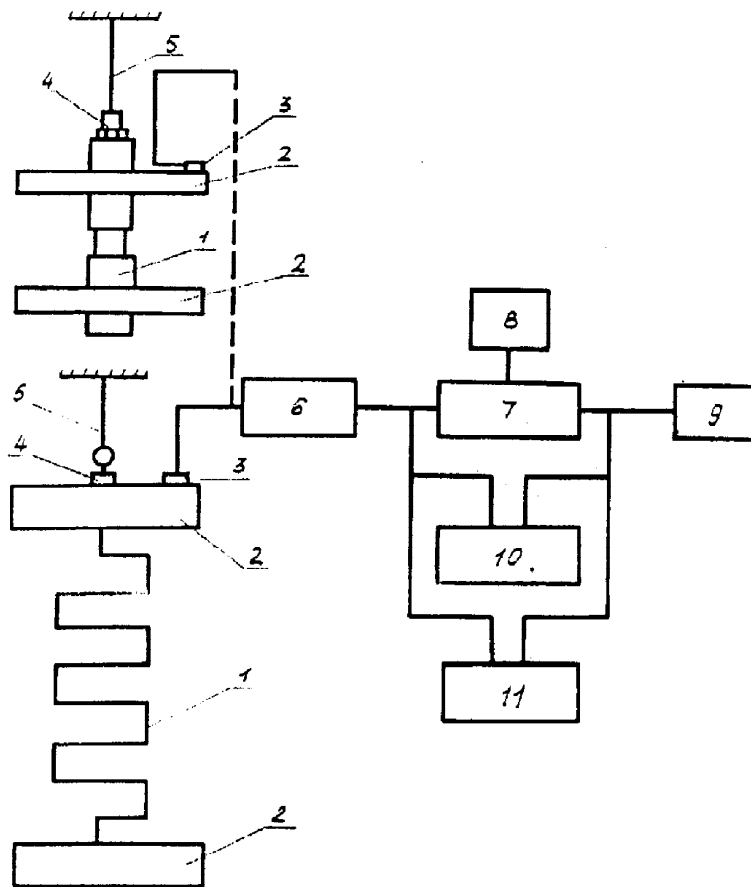


Рисунок 4