



УКРАЇНА

(19) UA ,11,27552 ,із, C2

,51, 6 G01N 29/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І  
НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ДЕФЕКТΟΣКОПІЇ П'ЄЗОКЕРАМІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(21)95105224

(22)27.10.1995

(24)15.09.2000

(46) 15.09.2000, Бюл. № 4, 2000 р.

(72) Скрипник Юрій Олексійович, Здоренко Ва

лерій Георгійович, Лісовець Сергій Миколайович

(73) Державна академія легкої промисловості Ук

раїни

(56) 1. SU, № 461358, М. кл. G 01 N 29/04, 1975.

2. SU, № 406154, М. кл. G 01 N 29/04, 1973.

3. SU, № 911320, М. кл. G 01 N 29/04, 1982.

4. Патент США № 3538753, М. кл. G 01 N 29/04, 1970.

5. SU, № 1201750, М. кл. G 01 N 29/04, 1985.

(57) 1. Способ дефектоскопии пьезокерамических преобразователей, заключающийся в том, что в пьезокерамическом преобразователе возбуждают механические колебания переменным электрическим полем двух частот в области резонанса его частотной характеристики, принимают механические колебания на разностной частоте и судят о качестве пьезокерамического преобразователя, отличающийся тем, что передают электрические колебания в виде пакетов с заданным соотношением амплитуд, преобразуют принятые механические колебания в принятые электрические колебания, при этом амплитуду принятых электрических колебаний синхронно с прохождением пакета с большей амплитудой уменьшают в число раз, равное заданному соотношению амплитуд, выделяют из принятых электрических колебаний огибающую, выделяют из огибающей переменную, составляющую, которую уменьшают до нуля изменением соотношения амплитуд пакетов переданных электрических колебаний, а о качестве пьезокерамического преобразователя судят по степени его нелинейности.

2. Устройство дефектоскопии пьезокерамических преобразователей, содержащее первый и второй генераторы электрических колебаний, сумматор, входы которого соединены с выходами генераторов, а к выходу последовательно присоединены пьезокерамический преобразователь и фильтр нижних частот, отличающееся тем, что оно до-

полнительно снабжено генератором прямоугольных импульсов, первым и вторым регулируемы делителями напряжения, первым и вторым делителями напряжения, первым и вторым переключателями, первым и вторым автоматическими переключателями, избирательным усилителем, амплитудным детектором, фильтром верхних частот, фазочувствительным выпрямителем и показывающим прибором, при этом выход сумматора соединен с входом первого регулируемого делителя напряжения, выход которого соединен со входом первого делителя напряжения и первым входом первого переключателя, выход первого делителя напряжения соединен со вторым входом первого переключателя, первый выход первого переключателя соединен с первым входом второго переключателя, второй и третий выходы первого переключателя соединены со входом второго регулируемого делителя напряжения, выход второго регулируемого делителя напряжения соединен со вторым и третьим входами второго переключателя, четвертый выход первого переключателя соединен с четвертым входом второго переключателя, первый и второй выходы второго переключателя соединены с первым и вторым входом первого автоматического переключателя, выход первого автоматического переключателя соединен с одним электродом пьезокерамического преобразователя, второй электрод пьезокерамического преобразователя соединен со входом второго автоматического переключателя, первый выход второго автоматического переключателя соединен с избирательным усилителем, второй выход второго автоматического переключателя соединен с избирательным усилителем через второй делитель напряжения, к выходу избирательного усилителя последовательно подключены амплитудный детектор, фильтр верхних частот, фазочувствительный выпрямитель, фильтр нижних частот и показывающий прибор, выход генератора прямоугольных импульсов подключен к управляющим входам первого и второго автоматических переключателей и фазочувствительного выпрямителя.

СМ  
О

СМ  
Ю  
СМ

о>

Изобретение относится к технике неразрушающего контроля качества изделий и может быть использовано для обнаружения дефектов в пьезокерамических преобразователях с высоким разрешением

Известен способ дефектоскопии пьезокерамических преобразователей [1] заключающийся в возбуждении в контролируемом пьезокерамическом преобразователе механических колебаний кратковременной динамической нагрузкой, определении параметров затухающего колебательного процесса, сравнении их с аналогичными параметрами в эталонном преобразователе и в оценке качества контролируемого преобразователя по результатам сравнения

Из-за быстрого затухания возбужденных колебаний в преобразователе параметры этих колебаний определяются с большой погрешностью, что не позволяет обеспечить высокую точность дефектоскопии

Известен способ дефектоскопии пьезокерамических преобразователей [2], заключающийся в возбуждении в контролируемом пьезокерамическом преобразователе непрерывных механических колебаний, преобразовании механических колебаний в электрические сигналы и анализе спектрального состава этих сигналов, по результатам которого судят о качестве преобразователя

При небольших линейных размерах внутренних дефектов спектральный состав принятых электрических сигналов мало отличается от эталонного значения, что затрудняет обнаружение внутренних дефектов и не позволяет обеспечить высокую точность дефектоскопии

Известен также способ дефектоскопии пьезокерамических преобразователей [3], заключающийся в том, что в пьезокерамическом преобразователе возбуждают механические колебания переменным электрическим полем двух частот в области резонанса частотной характеристики пьезокерамического преобразователя, принимают механические колебания на разностной частоте, а о качестве пьезокерамического преобразователя судят, сравнивая амплитуду механических колебаний на разностной частоте с эталонным значением

Нестабильность уровня переменного электрического тока двух частот оказывает влияние на амплитуду механических колебаний пьезокерамического преобразователя на разностной частоте, что не позволяет обеспечить высокую точность дефектоскопии

Известно устройство дефектоскопии пьезокерамических преобразователей [4], содержащее генератор коротких импульсов, последовательно подключенные к нему обратимый пьезокерамический преобразователь, первый широкополосный фильтр, временной селектор, анализатор спектра и осциллограф, входами подключенный ко второму широкополосному фильтру и анализатору спектра

Неравномерность спектрального состава возбуждающего импульса и частотной характеристики обратимого пьезокерамического преобразователя, а также индикация результатов измерения с помощью осциллографа не позволяют обеспечить высокую точность дефектоскопии

Известно устройство дефектоскопии пьезокерамических преобразователей [2], содержащее последовательно соединенные генератор коротких импульсов, пьезокерамический преобразователь, фильтр верхних частот, усилитель-ограничитель и микроамперметр

Неравномерность спектрального состава возбуждающего импульса, а также отсутствие возможности быстро и непрерывно производить дефектоскопию больших партий пьезокерамических преобразователей не позволяют обеспечить высокую точность дефектоскопии

Известно также устройство дефектоскопии пьезокерамических преобразователей [5], содержащее первый и второй генераторы электрических колебаний, сумматор, входы которого соединены с выходами генераторов, а к выходу последовательно присоединены пьезокерамический преобразователь, фильтр нижних частот и анализатор спектра

Нестабильность уровня колебаний первого и второго генераторов и нестабильность чувствительности анализатора спектра, в состав которого входят избирательные усилители и фильтры, не позволяют обеспечить высокую точность дефектоскопии

В основу изобретения поставлена задача создать такой способ и устройство дефектоскопии пьезокерамических преобразователей, в которых введение новых операций в способе, введение новых элементов в устройстве позволило бы повысить точность дефектоскопии пьезокерамического преобразователя за счет исключения влияния нестабильности параметров источника и приемника колебаний, а также за счет измерения степени его нелинейности

Поставленная задача решается тем, что в способе дефектоскопии пьезокерамических преобразователей, заключающемся в том, что в пьезокерамическом преобразователе возбуждают механические колебания переменным электрическим полем двух частот в области резонанса его частотной характеристики, принимают механические колебания на разностной частоте и судят о качестве пьезокерамического преобразователя, согласно изобретению, передают электрические колебания в виде пакетов с заданным соотношением амплитуд, преобразуют принятые механические колебания в принятые электрические колебания, при этом амплитуду принятых электрических колебаний синхронно с прохождением пакета с большей амплитудой уменьшают в число раз, равное заданному соотношению амплитуд, выделяют из принятых электрических колебаний огибающую, выделяют из огибающей переменную составляющую, которую уменьшают до нуля изменением соотношения амплитуд пакетов переданных электрических колебаний, а о качестве пьезокерамического преобразователя судят по степени его нелинейности

Поставленная задача решается также тем, что устройство дефектоскопии пьезокерамических преобразователей, содержащее первый и второй генераторы электрических колебаний, сумматор, входы которого соединены с выходами генераторов, а к выходу последовательно присоединены пьезокерамический преобразователь и фильтр

нижних частот, согласно изобретению, снабжено генератором прямоугольных импульсов, первым и вторым регулируемым делителями напряжения, первым и вторым делителями напряжения, первым и вторым переключателями, первым и вторым автоматическими переключателями, избирательным усилителем, амплитудным детектором, фильтром верхних частот, фазочувствительным выпрямителем и показывающим прибором, при этом выход сумматора соединен с входом первого регулируемого делителя напряжения, выход которого соединен со входом первого делителя напряжения и первым входом первого переключателя, выход первого делителя напряжения соединен со вторым входом первого переключателя, первый выход первого переключателя соединен с первым входом второго переключателя, второй и третий выходы первого переключателя соединены со входом второго регулируемого делителя напряжения, выход второго регулируемого делителя напряжения соединен со вторым и третьим входами второго переключателя, четвертый выход первого переключателя соединен с четвертым входом второго переключателя, первый и второй выходы второго переключателя соединены соответственно с первым и вторым входом первого автоматического переключателя, выход первого автоматического переключателя соединен с одним электродом пьезокерамического преобразователя, второй электрод пьезокерамического преобразователя соединен со входом второго автоматического переключателя, первый выход второго автоматического переключателя соединен с избирательным усилителем, второй выход второго автоматического переключателя соединен с избирательным усилителем через второй делитель напряжения, к выходу избирательного усилителя последовательно подключены амплитудный детектор, фильтр верхних частот, фазочувствительный выпрямитель, фильтр нижних частот и показывающий прибор, выход генератора прямоугольных импульсов подключен к управляющим входам первого и второго автоматических переключателей и фазочувствительного выпрямителя

Передача электрических колебаний в виде пакетов с заданным соотношением амплитуд и автоматическое уравнение амплитуд принятых электрических колебаний позволяет исключить амплитудно-фазовые искажения в цепи электрических колебаний, одновременно обеспечивается перепад амплитуд механических колебаний, что способствует возникновению и возможности измерить малые изменения амплитуды пакетов принятых электрических колебаний на разностной частоте. Периодичность в изменении амплитуды пакетов электрических колебаний на разностной частоте обуславливает появление переменной составляющей, что позволяет легко отделить эту составляющую и произвести компенсацию изменения амплитуд пакетов электрических колебаний на разностной частоте на фоне относительно большой амплитуды пакетов электрических колебаний на разностной частоте, а следовательно, связать изменение амплитуд пакетов электрических колебаний на разностной частоте с амплитудой механических колебаний. Использование метода компенсации при изменении амплитуд пакетов электрических

колебаний на разностной частоте позволяет исключить влияние непостоянства уровня генераторов электрических колебаний

Поочередное преобразование пакетов электрических колебаний одними и теми же измерительными преобразователями исключает влияние неидентичности их характеристик на результат измерения. Компенсация информативного изменения амплитуды пакетов колебаний на разностной частоте по нулевому значению переменной составляющей исключает влияние непостоянства нуля на выходе амплитудного детектора

На фиг 1 представлена функциональная схема устройства, реализующего данный способ дефектоскопии пьезокерамических преобразователей. На фиг 2 представлены графики поясняющие работу устройства

Устройство содержит первый и второй генераторы электрических колебаний 1 и 2, генератор прямоугольных импульсов 3, сумматор 4, первый и второй регулируемые делители напряжения 5 и 8, первый и второй делители напряжения 6 и 13, первый и второй переключатели 7 и 9, первый и второй автоматические переключатели 10 и 12, пьезокерамический преобразователь 11, избирательный усилитель 14, амплитудный детектор 15, фильтр верхних частот 16, фазочувствительный выпрямитель 17, фильтр нижних частот 18 и показывающий прибор 19

Выходы первого и второго генераторов электрических колебаний 1 и 2 соединены со входами сумматора 4. Выход сумматора 4 соединен со входом первого регулируемого делителя напряжения 5, выход которого соединен со входом первого делителя напряжения 6 и первым входом первого переключателя 7. Выход первого делителя напряжения 6 соединен со вторым входом первого переключателя 7. Первый выход первого переключателя 7 соединен с первым входом второго переключателя 9. Вторым и третьим выходами первого переключателя 7 соединены со входом второго регулируемого делителя напряжения 8. Выход второго регулируемого делителя напряжения 8 соединен со вторым и третьим входами второго переключателя 9. Четвертый выход первого переключателя 7 соединен с четвертым входом второго переключателя 9. Первый и второй выходы второго переключателя 9 соединены с первым и вторым входами первого автоматического переключателя 10. Выход первого автоматического переключателя 10 соединен с одним электродом пьезокерамического преобразователя 11. Вторым электродом пьезокерамического преобразователя 11 соединен со входом второго автоматического переключателя 12. Первый выход второго автоматического переключателя 12 соединен с избирательным усилителем 14, второй выход второго автоматического переключателя 12 соединен с избирательным усилителем 14 через второй делитель напряжения 13. К выходу избирательного усилителя 14 последовательно подключены амплитудный детектор 15, фильтр верхних частот 16, фазочувствительный выпрямитель 17, фильтр нижних частот 18 и показывающий прибор 19. Выход генератора импульсов 3 подключен к управляющим входам первого и второго автоматических переключателей

чателей 10 и 12 и фазочувствительного выпрямителя 17.

Способ дефектоскопии пьезокерамических преобразователей осуществляется следующим образом

Генераторы электрических колебаний 1 и 2 генерируют колебания синусоидальной формы  $U_1(t)$  (фиг. 2,а) и  $U_2(t)$  (фиг. 2,б):

$$U_i(t) = U_{mi} \cos(2\pi f_i t + \varphi_i) \quad (1)$$

(  
2)

где  $U_{m1}$ ,  $U_{m2}$  - амплитуда колебаний генераторов 1 и 2;

$f_1$ ,  $f_2$  — частоты колебаний генераторов 1 и 2;

$\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  - начальные фазы колебаний генераторов 1 и 2.

Частоты колебаний  $f_1$  и  $f_2$  выбираются близкими между собой, они должны находиться в пределах полосы пропускания пьезокерамического преобразователя. Эти колебания суммируются в сумматоре 4 (фиг. 2,в). Регулируемый делитель напряжения 5 изменяет амплитуду суммарных колебаний  $U_{сум}(t)$  от нуля до максимального значения:

$$U_{сум}(t) = a[U_{m1} \cos(2\pi f_1 t + \varphi_1) + U_{m2} \cos(2\pi f_2 t + \varphi_2)], \quad (3)$$

где  $a$  - коэффициент деления регулируемого делителя напряжения 5.

Далее эти колебания проходят через делитель напряжения 6, где ослабляются в определенное число раз  $K$ , которое зависит от вида материала преобразователя [ $K=0,05...0,5$ ]. Коэффициент деления регулируемого делителя напряжения 8 вначале устанавливают таким, чтобы не ослаблять проходящие через него колебания. Переключатели 7 и 9 работают синхронно, их начальное положение произвольное. Автоматический переключатель 10 поочередно подключает пьезокерамический преобразователь 11 к регулируемому делителю напряжения 5 или непосредственно, или через делитель напряжения 6. Таким образом, он формирует пакеты электрических колебаний с заданным соотношением амплитуд, равным  $K$ , которые подаются на пьезокерамический преобразователь 11 (фиг. 2, г):

$$U_1(t) = \quad (4)$$

$$U_2(t) = K \quad (5)$$

Характеристика преобразователя, имеющего дефекты, является нелинейной, ее можно представить в виде степенного ряда, который содержит квадратичный член. При этом квадратичная нелинейность при возбуждении преобразователя колебаниями двух близких частот приводит к появлению одного из комбинационных колебаний на разностной частоте  $f_p$ , которое выбирают в качестве информационного-

$$U_p(t) = U_{mp} \cos(2\pi f_p t + \varphi_p), \quad (6)$$

где  $U_{mp}$  - амплитуда колебаний на разностной частоте;

$f_p$  - разностная частота,  $f_p = |f_1 - f_2|$

$\varphi_p$  - начальная фаза колебаний на разностной частоте.

В области резонанса пьезокерамического преобразователя происходит интенсивный обмен энергией между электрическим полем и механической колебательной системой, при этом часть энергии уходит на потери. Поэтому влияние внутренних дефектов в преобразователе будет эффективно проявляться в информационном колебании, снимаемом на разностной частоте  $f_p$ . Особенно заметными становятся такие дефекты, как микротрещины, раковины, пузырьки, пористость структуры из-за неспеченности и другие, создающие свои резонансные контуры, взаимодействующие с общим резонансным контуром.

Разностную частоту  $f_p$  выбирают так, чтобы получить максимальную чувствительность, при этом частоты  $f_1$  и  $f_2$  должны находиться в пределах полосы пропускания пьезокерамического преобразователя. Она должна быть на несколько порядков меньше частот генераторов 1 и 2 ( $f_p = (0,001...0,05)^{-1} \cdot f_1 \approx 2 \cdot f_2$ ). Автоматический переключатель

12 поочередно подключает исследуемый пьезокерамический преобразователь 11 к избирательному усилителю 14, настроенному на разностную частоту  $f_p$ , или непосредственно, или через делитель напряжения 13, коэффициент деления которого равен коэффициенту деления делителя напряжения 6, то есть  $K$ .

Автоматические переключатели 10 и 12 работают синхронно и противофазно. Когда автоматический переключатель 10 формирует пакет колебаний с большей амплитудой, автоматический переключатель 12 ослабляет принятые колебания, и наоборот. Автоматические переключатели 10 и 12 управляются напряжением коммутации  $U_k(t)$  от генератора импульсов 3 (фиг. 2,д). Частота их переключения  $f_k$  должна быть на несколько порядков меньше, чем разностная частота [ $f_k = (0,001...0,5)f_p$ ]. Обычно  $f_k$  лежит в диапазоне от единиц до нескольких сотен герц.

В пьезокерамическом преобразователе существует зависимость амплитуды электрических колебаний на разностной частоте  $f_p$  от амплитуды возбуждающих его электрических колебаний, которая при увеличении количества дефектов в нем приобретает все более нелинейный характер. Поэтому при возбуждении преобразователя пакетами с различной амплитудой на выходе избирательного усилителя 14 получают вместо колебаний на разностной частоте  $f_p$  с одной амплитудой пакеты колебаний на разностной частоте  $f_p$  с двумя разными амплитудами (фиг. 2,е):

$$U_p(t) = U_{mp} \cos(2\pi f_p t + \varphi_p) \quad (7)$$

$$U_p(t) = U_{mp} \cos(2\pi f_p t + \varphi_p), \quad (8)$$

где  $U_{mp'}$ ,  $U_{mp''}$  - амплитуды колебаний на разностной частоте;

$\varphi'p$ ,  $\varphi''p \sim$  начальные фазы колебаний на разностной частоте.

При наличии нелинейности амплитуды колебаний  $U_{mp'}$  и  $U_{mp''}$  отличаются между собой. Амплитудный детектор 15 выделяет из них огибающую  $U_{ог}(t)$  (фиг. 2,ж). В этой огибающей можно выделить переменную и постоянную составляющие. Переменная составляющая  $U_{пер}(t)$  выделяется с помощью фильтра верхних частот 16, который пропускает частоты, начиная с  $f_k$  и выше (фиг. 2,з). Фазочувствительный выпрямитель 17, который управляется от генератора прямоугольных импульсов 3, производит выпрямление данной переменной составляющей. Фильтром нижних частот 18 из нее выделяется среднее значение, которое индицируется с помощью показывающего прибора 19.

Эту переменную составляющую  $U_{пер}(t)$  уменьшают до нуля с помощью регулируемого делителя напряжения 8. В зависимости от того, при прохождении какого из пакетов электрических колебаний (то есть пакета с большей или с меньшей амплитудой) амплитуда принятых электрических колебаний на разностной частоте  $f_p$  оказывается больше, переключатели 7 и 9 синхронно переключают соответственно в одно или в другое положение. Изменяя коэффициент деления регулируемого делителя напряжения 8, добиваются нулевого показания показывающего прибора 19.

В качестве показателя степени нелинейности пьезокерамического преобразователя принимают коэффициент деления  $p$  регулируемого делителя напряжения 8.

При возбуждении преобразователя колебаниями малой амплитуды его механическая характеристика будет практически линейной, коэффициент деления  $p$  будет равен единице, иными словами, регулируемый делитель напряжения 8 не будет ослаблять проходящие через него колебания. По мере увеличения амплитуды возбуждающих преобразователь колебаний будет все сильнее проявляться нелинейность характеристики преобразователя, для подавления переменной составляющей необходимо будет изменить коэффициент деления регулируемого делителя напряжения 8, поэтому  $p$  будет меньше единицы.

В начале первого цикла измерений амплитуду суммарных электрических колебаний с помощью регулируемого делителя напряжения 5 устанавливают минимальной, но достаточной для получения электрических колебаний на разностной частоте  $f_p$  ( $a_i = a_{min}$ ). После этого снимают показания регулируемого делителя напряжения 8, то есть измеряют  $p$ . Во втором цикле измерений устанавливают коэффициент деления регулируемого делителя напряжения 5 равным  $a_g$  ( $a_g > a_i$ ) и повторяют все вышеуказанные действия.

По результатам измерений строят функциональную зависимость

$$= F(U_i, U_2, a), \quad (9)$$

по которой определяют степень нелинейности преобразователя в зависимости от амплитуды

подводимых к нему колебаний. Сравнивая коэффициент  $p$ , полученный от исследуемого преобразователя, с эталонным значением, определяют степень дефектности преобразователя.

Устройство дефектоскопии пьезокерамических преобразователей работает следующим образом.

Частоты генераторов 1 и 2 устанавливают близкими между собой, они находятся в пределах полосы пропускания пьезокерамического преобразователя. Колебания генераторов 1 и 2 суммируются в сумматоре 4 и поступают на регулируемый делитель напряжения 5.

В начале первого цикла измерений коэффициент деления регулируемого делителя напряжения 5 устанавливают минимальным, но достаточным для получения колебаний на разностной частоте  $f_p$ . Коэффициент деления регулируемого делителя напряжения 8 устанавливают равным единице для того, чтобы он не ослаблял проходящие через него колебания. Переключатели 7 и 9 устанавливают в любое из положений

Автоматический переключатель 10 формирует пакеты электрических колебаний, которые поступают на преобразователь 11. Соотношение амплитуд этих пакетов равно коэффициенту деления  $K$  делителя напряжения 6. В преобразователе за счет нелинейности его характеристики генерируются колебания на разностной частоте  $f_p$ .

Автоматический переключатель 12 работает в противофазе с автоматическим переключателем 10. Он поочередно подключает избирательный усилитель 14 к преобразователю 11 или непосредственно, или через делитель напряжения 13с коэффициентом деления  $K$ . Избирательный усилитель 14 усиливает электрические колебания на разностной частоте  $f_p$  и подавляет колебания всех остальных частот.

За счет зависимости колебаний разностной частоты от амплитуды возбуждающих преобразователь колебаний на выходе избирательного усилителя 14 возникают пакеты электрических колебаний на разностной частоте с различными амплитудами. Амплитудный детектор 15 выделяет из этих колебаний огибающую, из которой с помощью фильтра верхних частот 16 выделяется переменная составляющая. После этого переменная составляющая выпрямляется фазочувствительным выпрямителем 17, сглаживается фильтром нижних частот 18 и индицируется показывающим прибором 19. Регулируемым делителем напряжения 8 уменьшают эту переменную составляющую до нуля за счет изменения соотношения амплитуд переданных электрических колебаний.

Переключатели 7 и 9 синхронно переключают в одно или в другое положение в зависимости от того, амплитуда какого из пакетов колебаний на разностной частоте оказывается больше. Изменяя коэффициент деления регулируемого делителя напряжения 8, добиваются нулевого показания показывающего прибора 19. После этого увеличивают амплитуду электрических колебаний на выходе регулируемого делителя напряжения 5 и проводят следующий цикл измерений, повторяя все вышеуказанные действия.

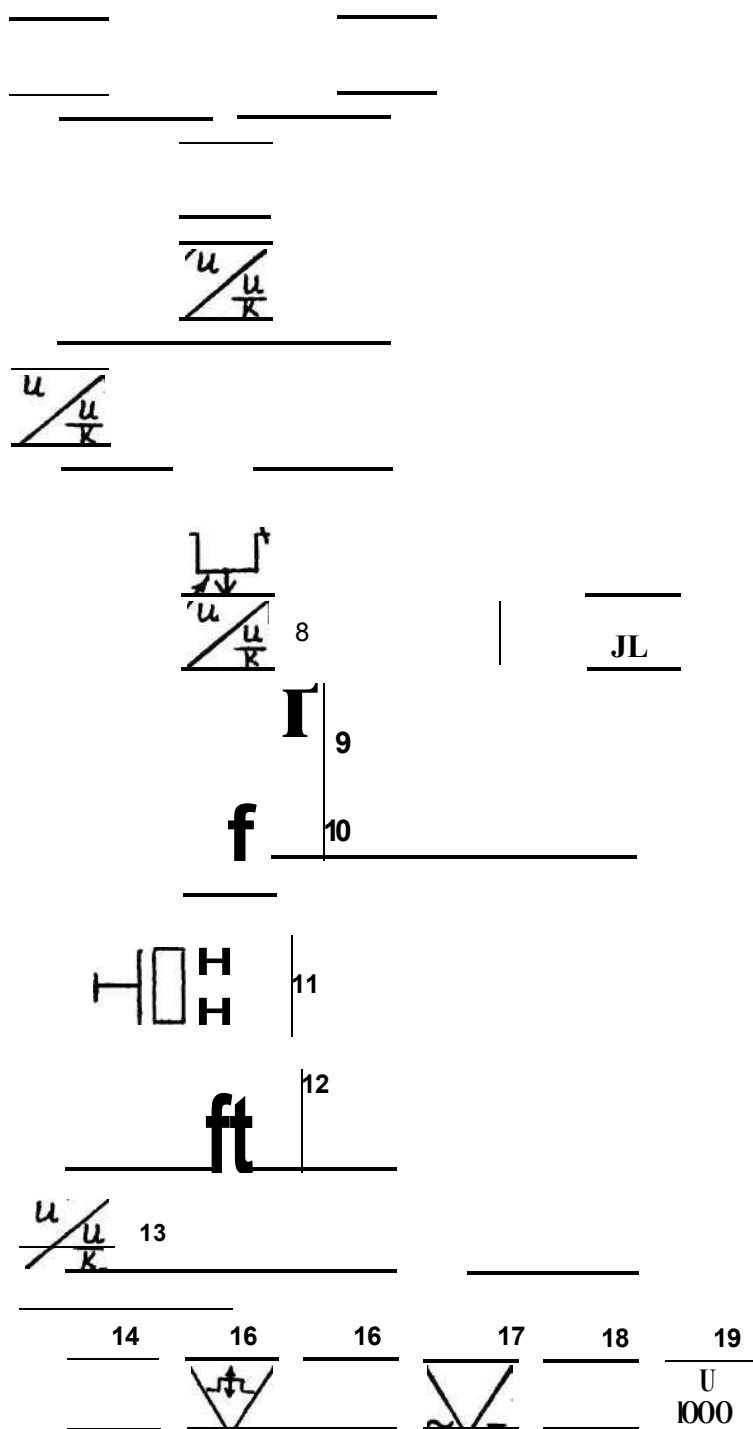
Величину дефектов в преобразователе определяют по степени его нелинейности, которая

находится в зависимости от коэффициента деления  $Q$  регулируемого делителя напряжения 8.

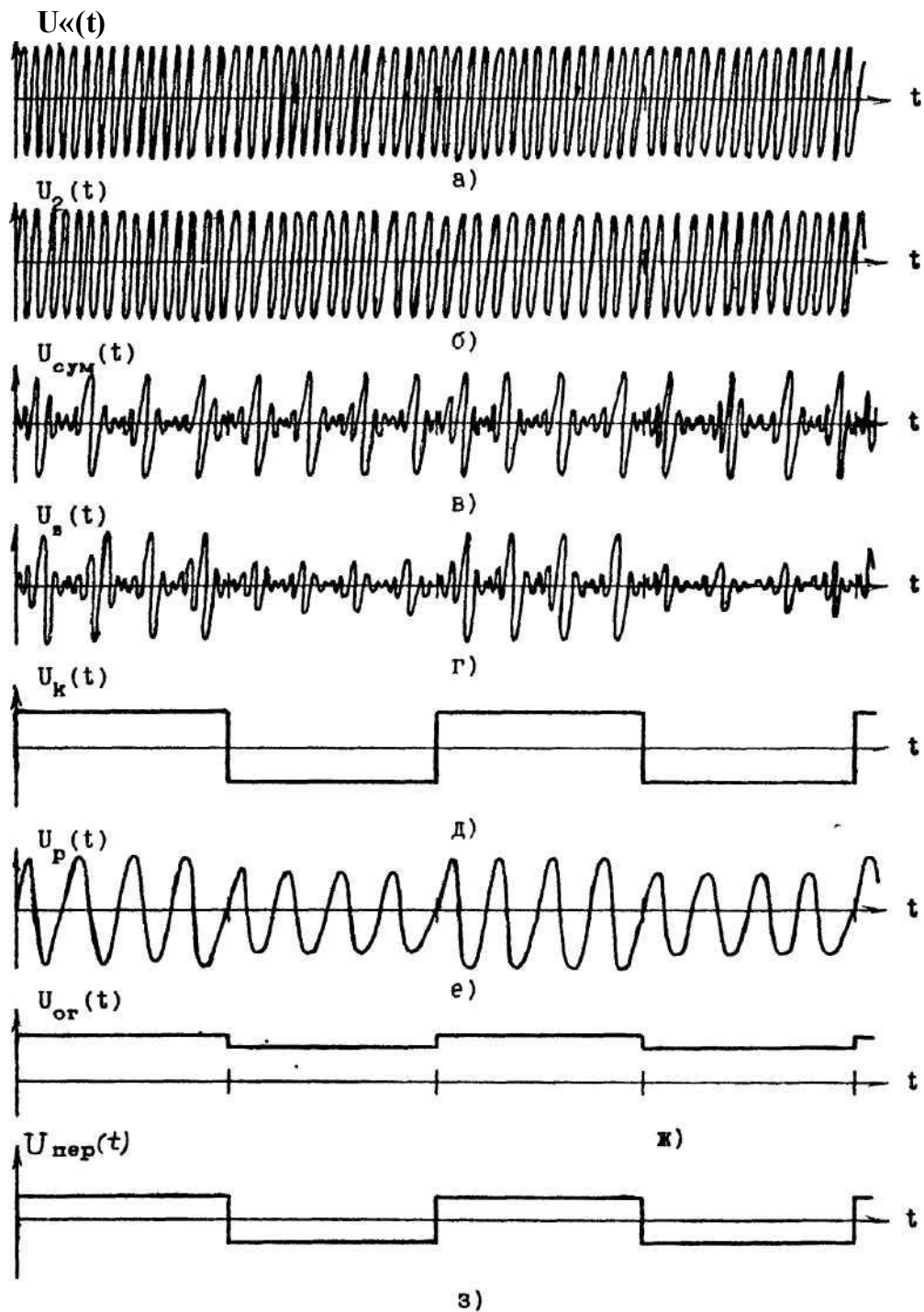
В качестве образцового уровня колебаний на разностной частоте выбираются установленные экспериментально уровни колебаний, которые соответствуют допустимым дефектам в образцовом пьезокерамическом преобразователе.

Проведенные исследования показали возможность дефектоскопии пьезокерамических преобразователей, изготовленных из пьезокерамики типа ЦТС-19 и ЦТС-21, в частотном диапазоне 20 кГц-500 кГц.

Таким образом, изобретение позволяет повысить качество дефектоскопии пьезокерамических преобразователей.



Фиг.1



Фиг. 2

Тираж 50 экз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
 Україна, 88000, м Ужгород, вул Гагаріна, 101  
 (03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03

