



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 757971

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 13.04.78 (21) 2603657/25-28

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.08.80. Бюллетень № 31

Дата опубликования описания 25.08.80

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 01 N 27/90

(53) УДК 620.179.  
.14:620.19(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

В. С. Плотников и Г. А. Плотникова

(71) Заявитель

Томский ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового  
Красного Знамени политехнический институт имени С.М. Кирова

### (54) ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДЕФЕКТОСКОП

1

Изобретение касается средств неразрушающего контроля и предназначено для отбраковки ферромагнитных изделий с заданными видами дефектов.

Известно устройство токовихревого контроля, содержащее генератор, компенсатор, преобразователь, усилитель, первый и второй фазовый детекторы и индикатор [1].

Недостатком известного устройства является его чувствительность к воздействию случайных помех от внешних источников.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является электромагнитный дефектоскоп, содержащий генератор, подключенные к его выходу преобразователь, формирова- 15  
тель, усилитель, входы которого соединены с выходами преобразователя и формирова- 20  
теля компенсационного напряжения, первый и второй синхронные детекторы, сигнальные входы которых со- 25  
единены с выходом усилителя, дополнительный фазовращатель, соединенный с выходом с опорным входом второго синхронного детектора, а входом - с выходом фазовращателя, который соединен 30

2

также с опорным входом первого синхронного детектора, и индикатор [2].

Цель изобретения - повышение помехоустойчивости дефектоскопа к воздействию случайных внешних помех.

Для достижения поставленной цели дефектоскоп снабжен первым и вторым блоками возведения в квадрат, соединенными соответственно с выходами первого и второго синхронных детекторов, сумматором, соединенным входами с выходами первого и второго блоков возведения в квадрат, и компаратором, включенным между выходом сумматора и индикатором.

На фиг. 1 представлена блок-схема устройства; на фиг. 2 дана диаграмма области дефектов в координатах напряжений  $U_1$  и  $U_2$  синхронных детекторов; на фиг. 3 - диаграмма вероятностного расположения дефектов при контроле известным дефектоскопом и дефектоскопом по настоящему изобретению.

Электромагнитный дефектоскоп (см. фиг. 1) содержит генератор 1 синусоидальных колебаний, электромагнитный преобразователь 2, формирова- 3  
тель компенсационного напряжения, дифференциальный усилитель 4, первый и второй синхронные детекторы 5, 6, фа-

завращатель 7, дополнительный фазовращатель 8, первый и второй ограничители 9, 10 опорного напряжения, первый и второй блоки 11, 12 возведения в квадрат, сумматор 13, компаратор 14 и индикатор 15.

Генератор 1 соединен с преобразователем 2, формирователем 3 и фазовращателем 7. Выходы формирователя 3 и преобразователя 2 подключены к входам усилителя 4, выход которого соединен с сигнальными входами детекторов 5 и 6, опорные входы которых соединены с выходом фазовращателя 7 соответственно через ограничитель 9 и фазовращатель 8 и ограничитель 10. Выходы детекторов 5 и 6 соединены через блоки 11 и 12 с входами сумматора 13, выход которого соединен с компаратором 14, в составе которого находится также блок опорных напряжений. К выходу компаратора 14 подключен индикатор 15. Дефектоскоп работает следующим образом. Выходной сигнал генератора 1 поступает на преобразователь 2, а с него - через усилитель 4 - на входы детекторов 5 и 6, которые выделяют ортогональные напряжения  $U_1$  и  $U_2$ .

Работа дефектоскопа основана на том, что дефекты контролируемого класса выделают в замкнутую область (фиг. 2) в пространстве переменных  $U_1$  и  $U_2$ , ограниченную эллипсом  $z = b^2 x^2 + a^2 y^2 - a^2 b^2 = 0$ , где  $a$  и  $b$  - полуоси эллипса,  $x$  и  $y$  текущие координаты. О наличии дефекта данного класса судят по знаку обобщенного сигнала  $Z$ .

Для совмещения начала координат переменных  $U_1$  и  $U_2$  с центром области дефектов настраивают формирователь 3 таким образом, чтобы напряжение на его выходе было равно по величине и направлению сигналу  $U_c$ . Сигналы с выхода преобразователя 2 и формирователя 3 поступают на дифференциальные входы усилителя 4, а с усилителя 4 - на сигнальные входы детекторов 5 и 6, опорные сигналы на которые поступают с выхода генератора 1 через фазовращатель 7, поворачивающий ортогональные сигналы  $U_1$  и  $U_2$  на угол  $\alpha$  до совмещения с осями симметрии области дефектов, через блок 8, сдвигающий фазу опорного сигнала на  $90^\circ$ , и ограничители 9, 10. Сигналы с выхода детекторов 5 и 6 возводят в квадрат в блоках 11, 12 и суммируют с коэффициентами, пропорциональными квадратам полуосей эллипса, ограничивающего область дефектов,  $a^2$  и  $b^2$ . Сигнал с выхода сумматора 13 подают на компаратор 14, где сравнивают с опорным сигналом, пропорциональным  $a^2 b^2$ . Индикатор 15 покажет наличие дефекта контролируемого класса, если сигнал с выхода сумматора меньше опорного сигнала. Таким образом, на

выходе дефектоскопа проходят только сигналы, параметры которых соответствуют параметрам сигналов, ограниченных в пространстве информативных переменных эллипсом.

5 Благодаря этому дефектоскоп обладает повышенной помехоустойчивостью к воздействию случайных внешних помех.

10 Пусть  $P_1$  - вероятность попадания случайной помехи в сектор, ограниченный лучами  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  (фиг. 3). Поскольку большинство реальных случайных процессов являются Гауссовскими, то плотность двумерного закона распределения запишется формулой

$$15 \quad P(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{1-r^2}} \exp x \times \left( -\frac{1}{2(1-r^2)} \left[ \frac{x^2}{\sigma_1^2} - 2r \frac{xy}{\sigma_1\sigma_2} + \frac{y^2}{\sigma_2^2} \right] \right).$$

20 Плотность нормального распределения сохраняет постоянное значение на эллипсах

$$25 \quad \frac{x^2}{\sigma_1^2} - 2r \frac{xy}{\sigma_1\sigma_2} + \frac{y^2}{\sigma_2^2} = \lambda^2,$$

где  $\lambda$  - постоянная величина;

$x$  и  $y$  - текущие переменные,

$\sigma_1$  и  $\sigma_2$  - среднеквадратические отклонения соответственно  $x$  и  $y$ ;

30  $r$  - коэффициент корреляции между  $x$  и  $y$ .

Причем вероятность попадания точки внутри эллипса

$$35 \quad P(\lambda) = 1 - \exp\left(-\frac{\lambda^2}{2(1-r^2)}\right).$$

Сравнение вероятности  $P_1$ , с вероятностью  $P(Q)$  попадания случайной помехи в область  $Q$ , ограниченную лучами  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  и эллипсами равной вероятности с параметрами  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  при

$$40 \quad P(Q) = [P(\lambda_2) - P(\lambda_1)] \cdot P_1$$

дает

$$45 \quad \frac{P_1}{P(Q)} = \frac{1}{P(\lambda_2) - P(\lambda_1)} = \frac{1}{\exp\left(-\frac{\lambda_2^2}{2(1-r^2)}\right) - \exp\left(-\frac{\lambda_1^2}{2(1-r^2)}\right)}$$

При конкретных заданных числовых значениях:

50 1)  $r = 0$ ,  $\lambda_1 = 1$ ,  $\lambda_2 = 2$  (то есть первый эллипс ограничивает область помех на уровне  $\sigma_1, \sigma_2$ , а второй - на уровне  $2\sigma_1, 2\sigma_2$ ) получается

$$55 \quad \frac{P_1}{P(Q)} = \frac{1}{\exp\left(-\frac{1}{2}\right) - \exp(-2)} \approx 2$$

2)  $r = 0,5$ ,  $\lambda_1 = 1$ ,  $\lambda_2 = 2$ , тогда  $P_1/P(Q) \approx 6$

3)  $r = 0$ ,  $\lambda_1 = 2$ ,  $\lambda_2 = 3$ , тогда  $P_1/P(Q) \approx 8$ .

60 Из фиг. 3 видно, что область  $Q$  существенно больше  $S$ , поэтому и вероятность попадания случайной помехи на выход дефектоскопа будет по крайней мере в 2-8 раз меньше, чем в прототипе.

65

Использование новых элементов (блоков возведения в квадрат, сумматора и компаратора) позволяет повысить помехоустойчивость примерно вдвое за счет сужения области пропускания выходного сигнала дефектоскопа при том же объеме полезной информации.

Формула изобретения

Электромагнитный дефектоскоп, содержащий генератор, подключенные к его выходу преобразователь, формирователь компенсационного напряжения и фазовращатель, усилитель, входы которого соединены с выходами преобразователя и формирователя компенсационного напряжения, первый и второй синхронные детекторы, сигнальные входы которых соединены с выходом усилителя, дополнительный фазовращатель, соединенный выходом с опорным входом

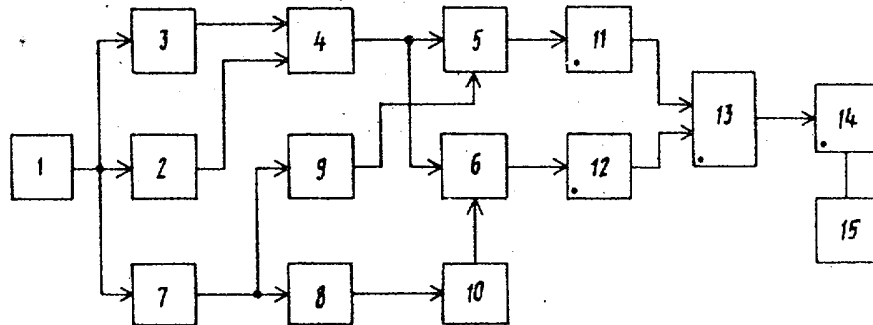
второго синхронного детектора, а входом - с выходом фазовращателя, который соединен также с опорным входом первого синхронного детектора, и индикатор, отличающийся тем, что, с целью повышения помехоустойчивости, он снабжен первым и вторым блоками возведения в квадрат, соединенными соответственно с выходами первого и второго синхронных детекторов, сумматором, соединенным входами с выходами первого и второго блоков возведения в квадрат, и компаратором, включенным между выходом сумматора и индикатором.

5  
10  
15  
20

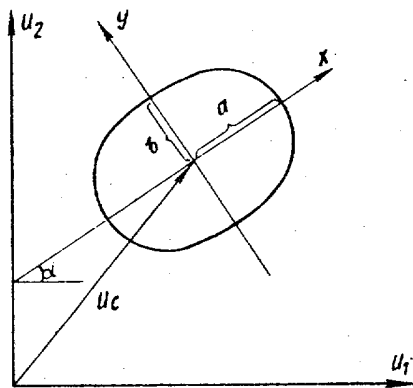
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 257114, кл. G 01 B 7/10, G 01 N 27/86, 1968.

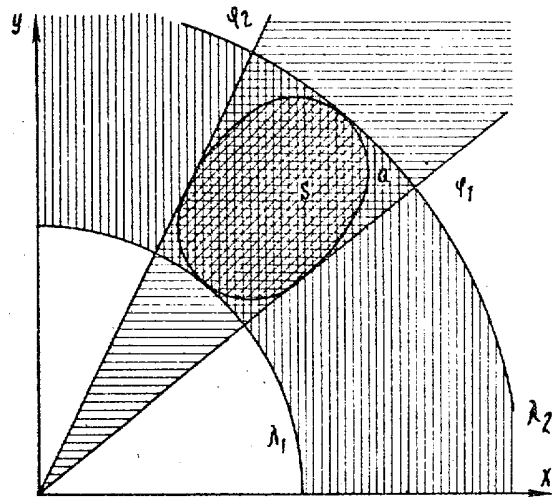
2. Авторское свидетельство СССР № 384064, кл. G 01 N 27/86, 1971 (прототип).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Составитель А. Матвеев  
 Редактор Л. Лашкова Техред М. Кузьма Корректор Г. Решетник  
 Заказ 5614/30 Тираж 1019 Подписное  
 ЦНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5  
 Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4