

И.А.Лиманов, В.Н.Осипов, В.Г.Трубецкой

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАМЕРА ВИБРОПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Авторами разработано устройство для замера виброперемещений поверхностей из стали и ее сплавов. Оно состоит из выносного датчика с электромагнитным преобразователем и регистрирующего блока.

При перемещении какой-либо проводящей поверхности по нормали к плоскости катушки трансформаторного электромагнитного преобразователя со средним радиусом a в катушке за счет тангенциальной составляющей магнитного потока Φ_r возникает э.д.с.

[1]

$$e_r = - \frac{d\Phi_r}{dt} = -S_1 \frac{\partial B_r \left(\frac{x}{a} \right)}{\partial t} - B_r \left(\frac{x}{a} \right) \frac{\partial S_2}{\partial t}, \quad /1/$$

где S_1 - боковая поверхность цилиндрического элемента радиусом a и толщиной λ , выделенного на перемещающемся изделии;

$$S_1 = 2\pi a \lambda. \quad /2/$$

Здесь λ - эффективная глубина проникновения электромагнитной волны в металл

$$\lambda = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}}, \quad /3/$$

ω - частота питающего катушку генератора;

μ и σ - магнитная проницаемость и электропроводность перемещающейся поверхности;

$$S_2 = 2\pi a f(t). \quad /4/$$

Если закон изменения функции $f(t)$, характеризующей виброперемещения во времени, и индукцию $B_T \left(\frac{x}{a}\right)$ магнитного потока принять синусоидальными, то

$$f(t) = X_m \sin \Omega t; \quad /5/$$

$$B_T \left(\frac{x}{a}\right) = B_{Tmax} \left(\frac{x}{a}\right) \sin \omega t, \quad /6/$$

где X_m - амплитудное значение виброперемещений;
 Ω - частота виброперемещений.

Выражение /1/ для э.д.с. преобразователя с учетом выражений /2/-/6/ может быть переписано в виде

$$e_T = -2\pi a B_{Tmax} \left(\frac{x}{a}\right) \left[\sqrt{\frac{2\omega}{\mu\sigma}} \cos \omega t + X_m \Omega \cos \Omega t \sin \omega t \right]. /7/$$

Таким образом, э.д.с. преобразователя промодулирована частотой Ω и пропорциональна амплитуде X_m виброперемещений.

Конструкция датчика рассматриваемого устройства показана на рис. 1. Обмотка преобразователя 1 с короткозамкнутым витком или кольцевым экраном помещается в броневой ферритовый сердечник 2 типа Б6 [2]. Сердечник заключен в латунный патрон 3, который соединяется в кожухе 4 с подвижной частью микрометра. Датчик устанавливается на кронштейне 5 вблизи вибрирующей поверхности. Величина воздушного зазора регулируется микрометрической головкой. Датчик соединяется с регистрирующей частью устройства кабелем связи через высокочастотный разъем на лицевой панели прибора.

Блок-схема прибора для замера виброперемещений представлена на рис. 2.

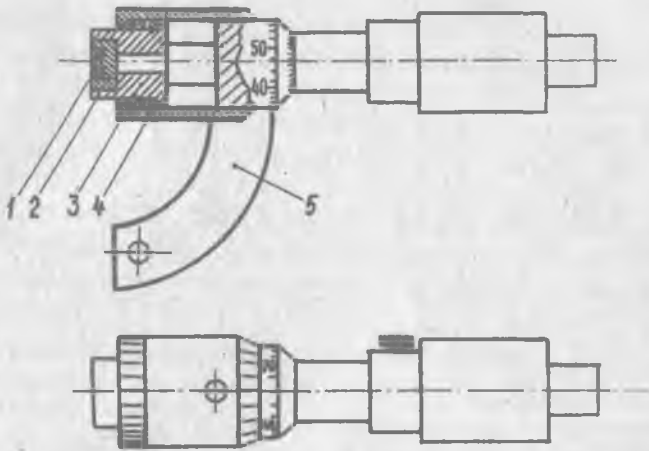


Рис. 1. Конструкция датчика

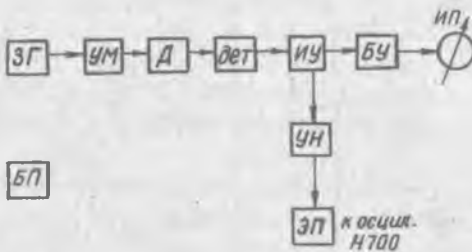


Рис. 2. Блок-схема прибора

Блок-схема состоит из задающего генератора /ЗГ/, усилителя мощности /УМ/, датчика /Д/, детектора /Дет/, измерительного и балансного усилителей /ИУ и БУ/, усилителя напряжения /УН/, эмиттерных повторителей /ЭП/, индикаторного прибора /ИП/, блока питания /БП/.

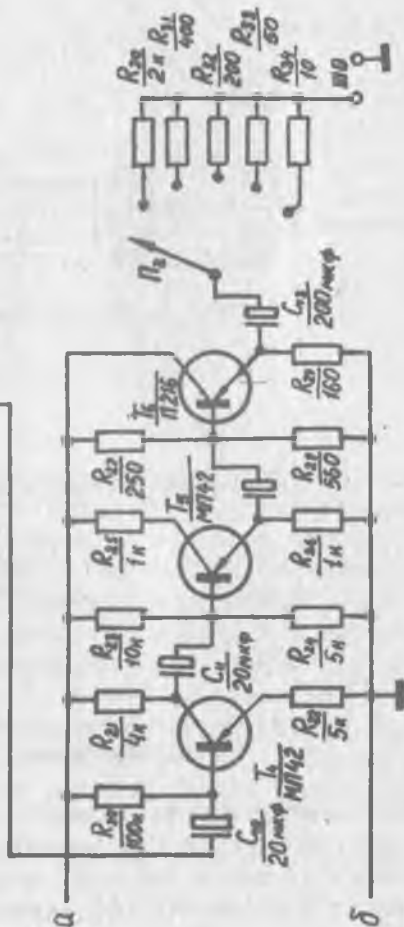
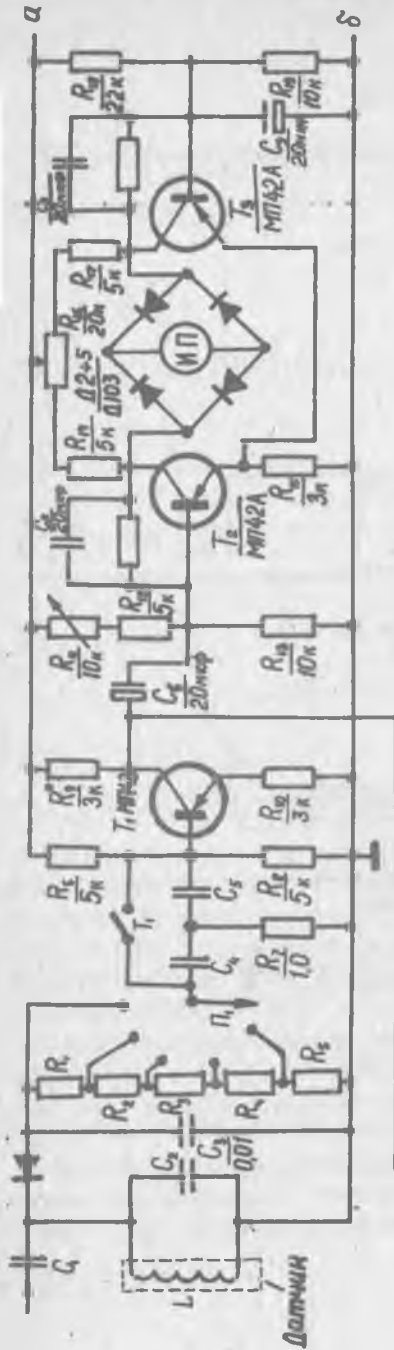


Рис. 3. Принципиальная схема прибора

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 3.

С блока питания стабилизированное постоянное напряжение величиной 12 В подается на все каскады устройства.

Задающий генератор, собранный на полупроводниковом триоде по трехточечной схеме, через усилитель мощности /также на полупроводниковом триоде/ и разделительный конденсатор C_1 питает катушку преобразователя L частотой 0,1-1,0 МГц, стабилизированной кварцем, и напряжением 8-30 В. Преобразователь включен в колебательный контур, который настраивается в резонанс подстроечным конденсатором C_2 .

Премещающаяся поверхность исследуемого тела в электромагнитном поле преобразователя изменяет параметры последнего, что вызывает модуляцию высокочастотного напряжения по закону выражения /7/. После детектирования диодом D_1 низкочастотное напряжение подается на измерительный усилитель, собранный на триоде T_1 . С выхода ИУ напряжение подается на балансный усилитель на триодах T_2 , T_3 и на усилитель напряжения на триоде T_4 канала записи. На триодах T_5 и T_6 собраны два эмиттерных повторителя, с нагрузки последнего переменное напряжение, пропорциональное величине виброперемещений, подается к осциллографу Н700.

В диагональ БУ через выпрямительный мостик на диодах D_2 - D_5 включен индикаторный прибор - микроамперметр типа М265, который позволяет осуществлять визуальный контроль за амплитудой виброперемещений.

На передней панели устройства, кроме разъема датчика и индикаторного прибора, установлен тумблер /фильтр/ для включения избирательного Т-образного $R - C$ - фильтра, содержащего конденсаторы C_4 , C_5 и сопротивление R_7 . Назначение фильтра - срезание низкочастотного колебания, возникающего из-за эксцентриситета вала. Частота среза соответствует 50 Гц. При отсутствии эксцентриситета фильтр выключается и устройство работает в обычном режиме. Кроме того, имеется выходное гнездо для шлейфового осциллографа, два переключателя, на пять положений каждый. Один переключатель Π_1 диапазонов измерений датчика от 10 до 1000 мкм коммутирует сопротивления делителя R_1 , R_5 ,

второй переключатель Π_2 диапазонов выходного напряжения для шлейфового осциллографа /ШО/ коммутирует сопротивления делителя $R_{30} - R_{34}$. На передней панели также установлен тумблер включения сети /Вкл/ и сигнальная лампочка.

Основные технические данные устройства

максимальная амплитуда виброперемещений	-	1000 мкм;
максимальная частота вибраций	-	100 кГц;
погрешность измерения	-	$\pm 5\%$;
параметры питающей сети	-	50 Гц, 220В;
потребляемая мощность	-	50 Вт;
габаритные размеры	-	260x160x160 мм;
вес	-	4,5 кг.

Описываемое устройство для замера виброперемещений укомплектовано электромагнитным преобразователем с функционально регулируемыми выходными характеристиками за счет короткозамкнутых витков или кольцевых экранов.

Схема выполнена в транзисторном варианте.

Предусмотрен визуальный контроль виброперемещений по шкале индикаторного прибора и экрана осциллографа.

Разработан канал для записи выходного параметра на шлейфовом осциллографе.

Л и т е р а т у р а

1. Быховский Ю.С., Шатерников В.Е., Денисов В.А. Об исследовании погрешностей токовикревого преобразователя при бесконтактном измерении амплитуд вибраций. Сб.: "Автоматические измерения и регулирующие устройства". Научные труды вузов Поволжья, вып. III, КуАИ, 1967.

2. Лимахов И.А. Авторское свидетельство № 191380. Бюллетень изобретений, 1967, № 3.