

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИАМЕТРА ТОНКИХ ПРОВОЛОК

В. К. ЖУКОВ, В. Э. ДРЕЙЗИН, И. Г. ЛЕЩЕНКО

(Представлена научным семинаром факультета автоматики и вычислительной техники)

Прибор предназначен для калибровки отверстий волочильных фильер посредством измерения диаметра протянутых через них проволок. Чувствительным элементом прибора является щелевой индуктивный датчик [1], выполненный на ферритовом кольце с наружным диаметром 10 мм и магнитной проницаемостью 1000.

Обмотка датчика содержит 8 витков, намотанных на обеих половинах кольца. Положение проволоки в щели датчика фиксируется с помощью направляющих устройств, установленных по бокам. Ширина щели равна 0,6 мм.

Для уменьшения влияния окружающих условий на точность контроля в приборе применено два одинаковых датчика, один из которых является измерительным D_n , а другой эталонным $D_э$ (рис. 1). Посред-

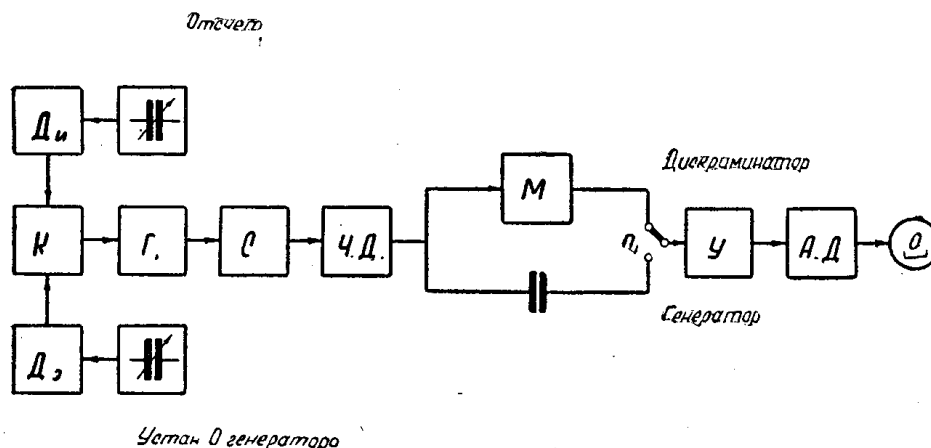


Рис. 1. Блок-схема прибора

ством электронного коммутатора K датчики поочередно подключаются к измерительному генератору G_1 в качестве элемента его колебательного контура. При этом генератор выдает пакеты высокочастотных напряжений, частоты которых пропорциональны индуктивности датчиков D_n и $D_э$ и равны соответственно f_{1n} и $f_{1э}$. Частота следования пакетов определяется частотой коммутации. Напряжение измерительного

генератора поступает на смеситель C , на который одновременно подается напряжение с частотой f_2 от вспомогательного генератора G_2 . Пакеты напряжений разностных частот

$$f_{\text{рн}} = f_{1\text{н}} - f_2 \quad (1)$$

и

$$f_{\text{рз}} = f_{1\text{з}} - f_2 \quad (2)$$

выделяются в нагрузке смесителя и следуют на частотный детектор $Ч.Д.$, переходная частота которого при настройке устанавливается равной $f_{\text{д0}}$, а передаточный коэффициент равен $S_{\text{д}}$. Напряжение на выходе частотного детектора будет равно

$$U_{\text{дн}} = S_{\text{д}}(f_{\text{д0}} - f_{\text{рн}}) = S_{\text{д}}(f_{\text{д0}} - f_{1\text{н}} + f_2) \quad (3)$$

или

$$U_{\text{дз}} = S_{\text{д}}(f_{\text{д0}} - f_{\text{рз}}) = S_{\text{д}}(f_{\text{д0}} - f_{1\text{з}} + f_2) \quad (4)$$

в зависимости от того, какой датчик будет подключен к измерительному генератору. Полезный сигнал детектора определяется переменной составляющей его выходного напряжения

$$U_{\text{д~}} = \frac{U_{\text{дн}} - U_{\text{дз}}}{2} = \frac{1}{2} S_{\text{д}}(f_{1\text{з}} - f_{1\text{н}}), \quad (5)$$

тогда как постоянная составляющая

$$U_{\text{д=}} = \frac{U_{\text{дн}} + U_{\text{дз}}}{2} = \frac{1}{2} S_{\text{д}}(2f_{\text{д0}} + 2f_2 - f_{1\text{н}} - f_{1\text{з}}), \quad (6)$$

как будет показано ниже, оказывается нежелательной. Переменное напряжение детектора через переключатель $П_1$, (в положении «генер») усиливается усилителем $У$ и подводится к амплитудному детектору $АД$, нагрузкой которого является индикаторный прибор.

Показания индикатора будут определяться, в соответствии с формулой (5), разницей в реактивных сопротивлениях датчиков. Без проволоки сопротивления датчиков уравниваются конденсатором «устан. 0 генер», подключенным параллельно эталонному датчику. При вставлении проволоки в измерительный датчик изменяется его реактивное сопротивление. Это изменение компенсируется конденсатором «отсчет», с ротором которого механически связана шкала отсчетного устройства, отградуированная в микронах. Момент компенсации отмечается по нулевым показаниям индикатора.

Нестабильность частот генераторов G_1 и G_2 , а также переходной частоты частотного детектора приводит к появлению постоянной составляющей в выходном напряжении детектора (даже, если реактивные сопротивления датчиков равны).

В этом случае начинает сказываться влияние коммутационных интервалов, соответствующих моменту переключения датчиков. Это влияние выражается в появлении дополнительного переменного напряжения, нарушающего соответствие нулевых показаний индикатора условию равенства реактивных сопротивлений цепей датчиков, что ведет к погрешности измерения. Чтобы этого не произошло, предусматривается возможность изменения частоты генератора G_2 конденсатором «устан. 0 дискр». В положении «дискр» переключателя $П_1$ постоянная составляющая напряжения частотного детектора модулируется и через усилитель подается на амплитудный детектор индикатора. Изменением частоты генератора G_2 отклонение стрелки индикатора сводится до нуля. Это будет свидетельствовать об отсутствии постоянного напряжения на нагрузке частотного детектора.

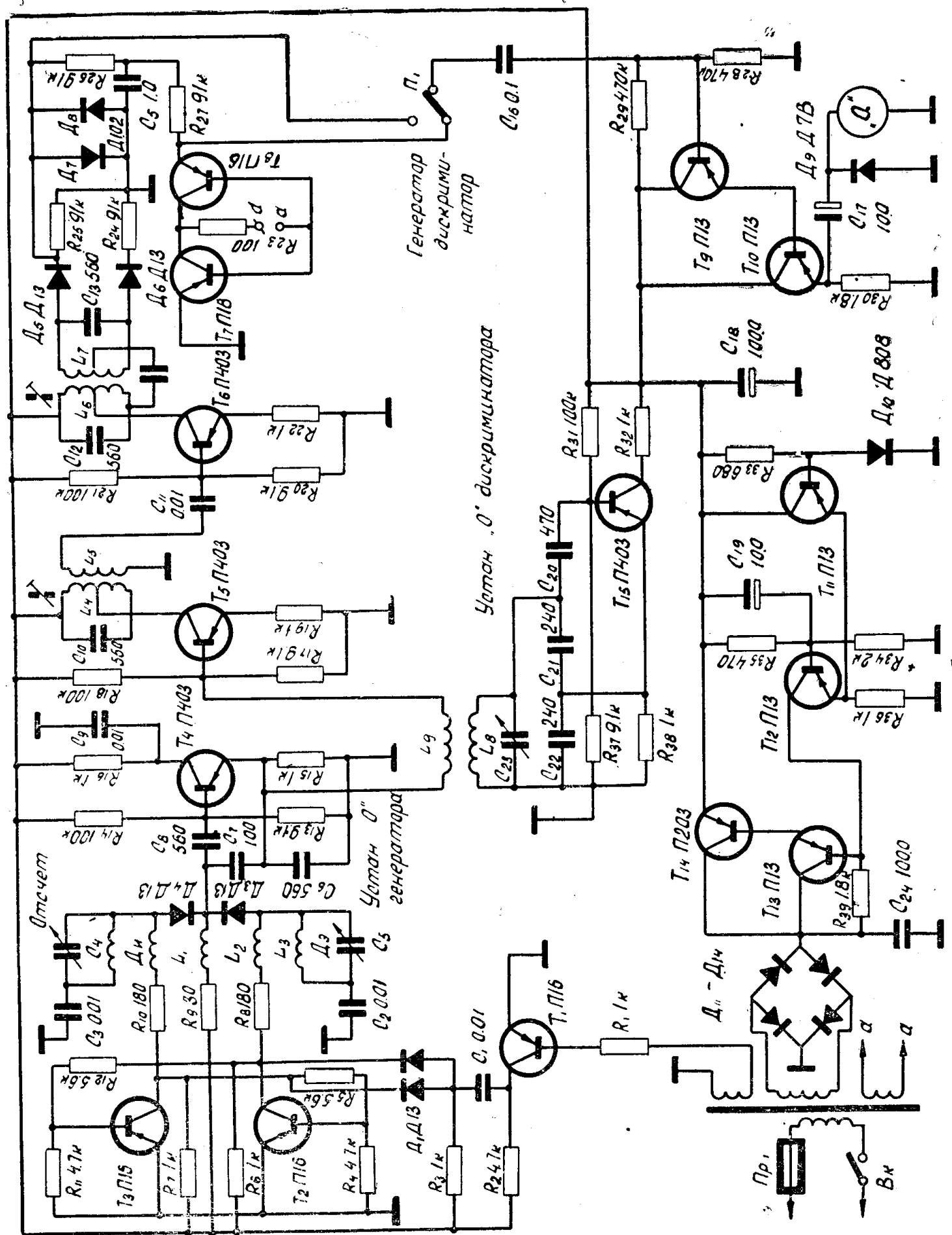


Рис. 2. Принципиальная схема прибора

Принципиальная схема прибора приведена на рис. 2. Электронный коммутатор (3) выполнен на диодах D_3 и D_4 , включенных в коллекторные цепи транзисторов T_2 и T_3 , образующих вместе с сопротивлениями $R_4 \div R_{12}$ схему триггера. Введение в схему сопротивлений R_6 , R_7 и R_9 дало возможность получить запирающее напряжение для коммутирующих диодов. Когда диод, например D_3 , открыт, через него протекает ток около 50 мА и датчик D_{11} оказывается подключенным к схеме генератора через малое сопротивление диода. В это время на другой диод D_4 подается запирающее напряжение и датчик D_9 присоединяется к схеме генератора через емкость $p-n$ перехода диода, которая не превышает 1 пикофарады.

Поэтому практически индуктивность датчика D_9 в таком состоянии коммутатора не будет влиять на частоту генерируемых измерительным генератором колебаний. Запуск триггера осуществляется от сети через формирующий каскад T_1 , дифференцирующую цепочку $C_1 R_3$ и диоды D_1 , D_2 .

Измерительный генератор (T_4) собран по схеме емкостной трехточки. Развязывающие дроссели L_1 , L_2 , L_3 исключают влияние цепей коммутатора на частоту генератора. На смеситель, выполненный на триоде T_5 , подается напряжение с измерительного генератора и с вспомогательного генератора, собранного на триоде T_{15} по схеме емкостной трехточки. В схему частотного детектора входят триод T_6 и диоды D_5 , D_6 . Параллельно нагрузке детектора (R_{24} , R_{25}) включены кремниевые диоды D_7 , D_8 , служащие для ограничения выходного напряжения, что предотвращает перегрузку индикаторного прибора.

В зависимости от положения переключателя Π_1 выход частотного детектора или непосредственно подключается к усилителю (триоды T_9 , T_{10}), или через модулятор, включающий в себя сопротивление R_{27} и триоды T_7 и T_8 . Цепочка $R_{26} C_{15}$ используется для фильтрации переменной составляющей напряжения частотного детектора. Амплитудный детектор (D_9 , C_{17}) выполнен по параллельной схеме. Питание прибора осуществляется от сети 220 В. Для выпрямления используется мостовая схема (диоды $D_{11} \div D_{14}$). С целью исключения влияния нестабильности сетевого напряжения на точность контроля применен стабилизатор напряжения, на триодах $T_{11} \div T_{14}$ и опорном диоде D_{10} .

Прибор имеет диапазон измерения от 0,15 мм до 0,39 мм, небольшие габариты и вес. Частота измерительного генератора равна 12 МГц, а вспомогательного — 10 МГц.

Заводские испытания показали, что погрешность измерения во всем диапазоне не превышает ± 2 мк.

Если прибор снабдить выносным датчиком, то он может быть использован для измерения диаметра проволок в процессе волочения.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. К. Жуков, В. Э. Дрейзин, И. Г. Лещенко. Щелевой индуктивный датчик (печатается в настоящем сборнике).
2. В. К. Жуков, В. Э. Дрейзин, М. С. Ройтман, И. Г. Лещенко. Измерительные схемы для контроля диаметра тонких проволок методом вихревых токов. Известия ТПИ, т. 141, г. Томск, 1965.
3. В. К. Жуков. Электронный коммутатор. Известия ТПИ, т. 141, Томск, 1965.