

ПО «ЭЛЕКТРОСТАЛЬЯЖМАШ»

ДЕФЕКТОСКОП ВИХРЕТОКОВЫЙ
ЭЗТМ-1М-10

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Содержание	1
4. Состав изделия	2
5. Устройство и работа	2
Приложение 1. Технические данные трансформаторов	13
Приложение 2. Схемы электрические принципиальные	

4. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

В комплект поставки дефектоскопа входят указанные в таблице 4.1. позиции.

Таблица 4.1.

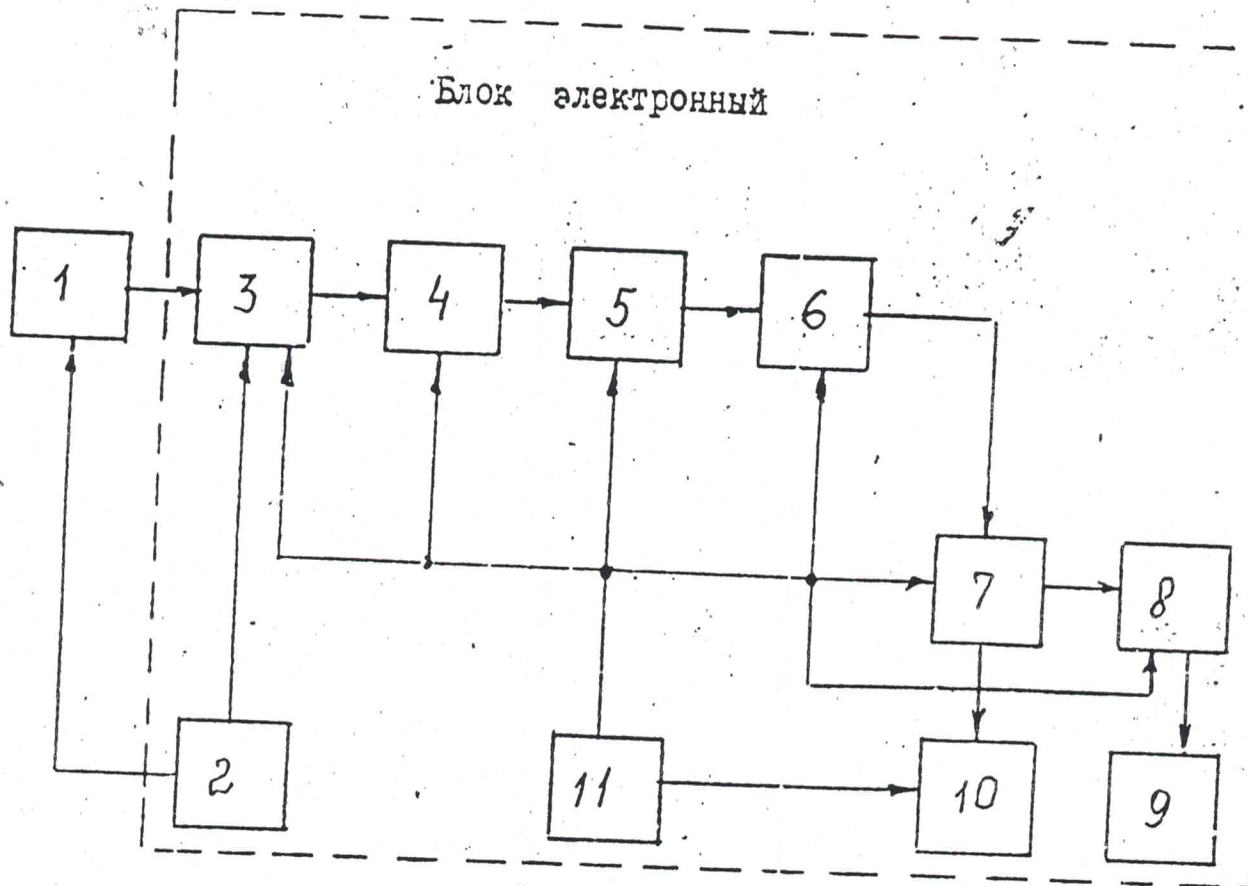
Наименование	Обозначение	Кол-во
1. Датчик		1
2. Электронный блок	I-287299B0	1
3. Измерительный элемент		комплект
4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации		1 ^x

Примечание: ^xКоличество ТО и ИЭ определяется в зависимости от объема поставки дефектоскопов одному заказчику. При партии два или три дефектоскопа мыслится два ТО и ИЭ, на каждые последующие два дефектоскопа — одно ТО и ИЭ.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

5.1. Принцип работы дефектоскопа заключается в регистрации изменений вторичного электромагнитного поля, вызванных перераспределением в зоне расположения дефекта вихревых токов, наведенных в контролируемом металле переменным магнитным потоком.

5.2. Указанный в п. 5.1 принцип реализуется функциональной схемой, приведенной на рис. 5.1.



- I - электромагнитный датчик
- 2 - генератор
- 3 - амплитудно-фазовый дискриминатор
- 4 - предварительный усилитель
- 5 - избирательный усилитель
- 6 - линейный выпрямитель
- 7 - триггер
- 8 - мультивибратор
- 9 - контактное выходное устройство
- 10 - бесконтактное выходное устройство
- 11 - узел питания

Рис. 5.1

Первичная информация о дефекте формируется в электромагнитном датчике I путем сравнения встречных электромагнитных полей двух соседних участков контролируемого изделия.

Эти поля являются результатом сложения первичного поля, возбуждаемого индукторной катушкой электромагнитного датчика, питаемой переменным током определенной частоты от генератора 2, и полей вихревых токов, возбуждаемых в контролируемом металле.

Амплитудно-фазовый дискриминатор 3 обеспечивает компенсацию напряжения начального дисбаланса на выходе датчика первичной информации.

Сигнал с датчика усиливается в предварительном усилителе 4 и резонансном избирательном усилителе 5, выпрямляется линейным выпрямителем 6 и подается на вход триггера 7, где производится селекция по амплитуде сигнала за счет порогового устройства и по крутизне его фронта за счет дифференцирующей цепочки.

Сигнал с триггера 7 одновременно подается на ждущий мультивибратор 8, формирующий сигнал определенной длительности о наличии дефекта, от которого включается контактное выходное устройство 9 (реле) и на формирователь 10 бесконтактных нормированных сигналов высокого и низкого уровня определенной длительности.

Узел питания II обеспечивает выработку напряжений для питания всех элементов схемы.

Конструктивно дефектоскоп состоит из датчика и электронного блока.

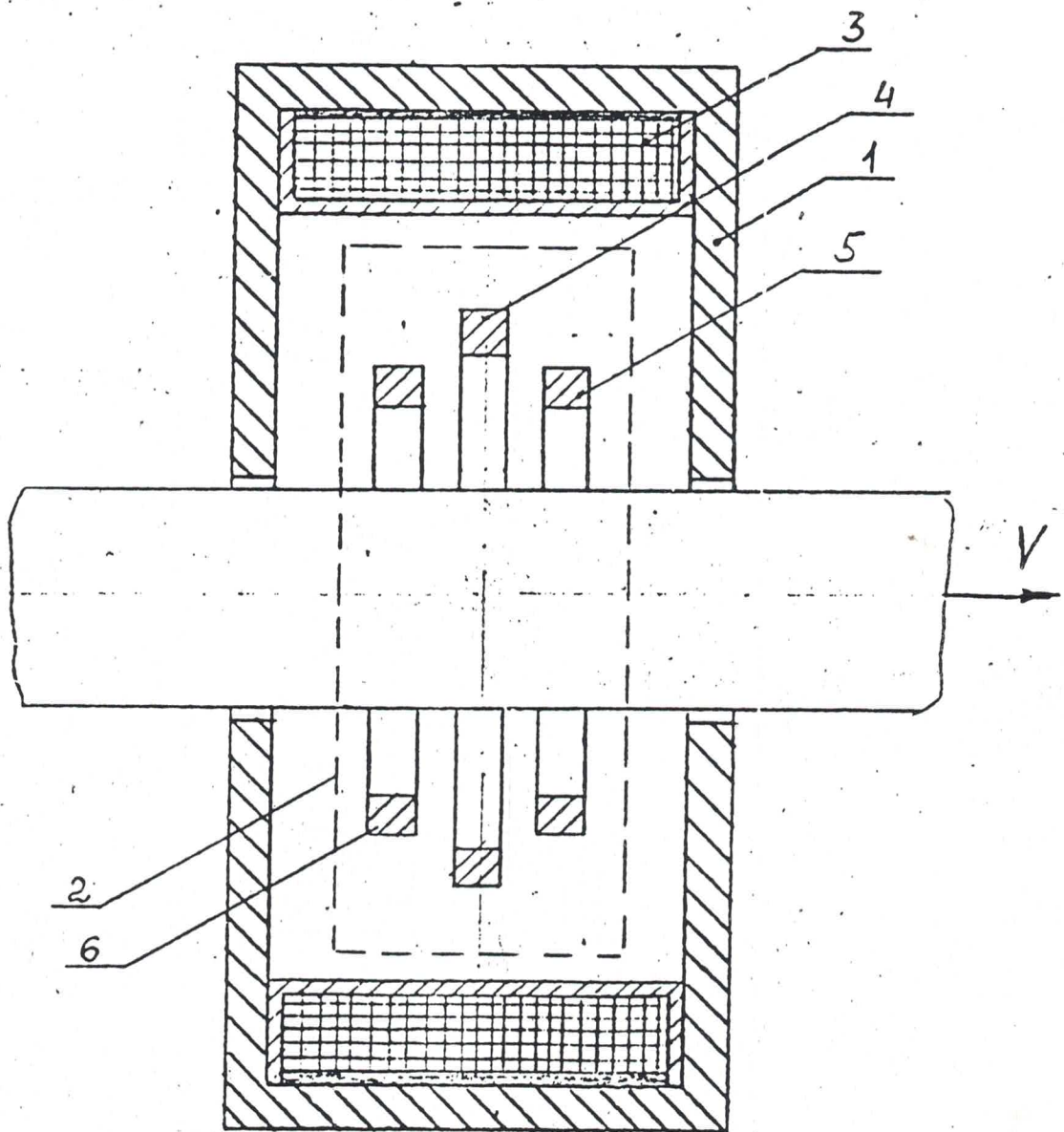
5.3. Датчик обеспечивает формирование первичной информации о дефекте, его схематическое изображение приведено на рис. 5.2.

Несущим элементом датчика является корпус I, выполненный из магнитомягкой стали, в котором размещены измерительный элемент 2 и катушка подмагничивания 3.

Измерительный элемент представляет систему из трех проходных одновитковых катушек, выполненных в виде разрезанных колец из цветного металла.

Кольцо 4 большего диаметра является индукторным и служит

ДАТЧИК



- 1 - корпус;
- 2 - измерительный элемент;
- 3 - катушка подмагничивания;
- 4 - индукторное кольцо;
- 5, 6 - индикаторные кольца.

Рис. 5.2

10

для возбуждения в активной зоне датчика электромагнитного поля, а индикаторные кольца 5 и 6 соединены дифференциально и расположены соосно по обе стороны кольца.

В них наводится ЭДС, заключающая в себе информацию о состоянии вторичного магнитного поля контролируемого изделия.

Индикаторные и индукторное кольца крепятся в дисках из изоляционного материала, которые имеют в нижней части сегментный вырез для опадания окалины и стекания попадающей из труб охлаждающей жидкости.

Током подмагничивания катушки 3, в зависимости от подводимого к ней напряжения постоянного тока, в контролируемом изделии создается магнитный поток, устраняющий влияние магнитной неоднородности.

Оптимальная величина тока подмагничивания подбирается при необходимости в зависимости от толщины стенки контролируемой трубы.

5.4 Электронный блок обеспечивает питание индукторного кольца измерительного элемента переменным током, обработку сигнала первичной информации о дефекте, снятого с индукторных колец и выработку сигнала о дефекте, подаваемого во внешнюю схему разборки контролируемых труб.

Принципиальная схема электронного блока /приложение 4/ выполнена из отдельных функциональных узлов, а именно:

стабилизаторов напряжений П1;

генератора П2;

блока звуковой сигнализации П3

блока обработки информации П5

Остальные элементы принципиальной схемы размещены на каркасе и лицевой панели электронного блока.

Примечание: В дальнейшем описании работы схемы к обозначениям элементов, относящимся к функциональным узлам согласно принципиальной схемы, в тексте добавляется номер функционального узла, например, **VD1-2** обозначает, что диод **VD1** относится к узлу П2.

5.4.1 Блок выпрямителей П1 содержит два выпрямителя: для стабилизатора напряжения +30В на диодах **VD1-1** и **VD2-1**, для стабилизатора напряжения +12,6В на диодах **VD3-1** ... **VD6-1**.

Все элементы выпрямителя смонтированы на печатной плате. На этой же плате установлены регулирующие транзисторы **VT4-1** и **VT5-1** стабилизатора ±12,6В с радиаторами охлаждения.

5.4.2 Источники стабилизированных напряжений /П1/ состоят из стабилизатора напряжения +30В и двухполярного стабилизатора ±12,6В.

Все элементы стабилизаторов смонтированы на печатной плате.

5.4.2.1 Стабилизатор напряжения +30В является стабилизатором последовательного типа.

В качестве регулирующего элемента использован транзистор **VT3-1**. Для обеспечения высоких параметров стабилизации использована схема с дополнительным элементом /усилителем постоянного тока/ на транзисторе **VT2-1**.

В схеме предусмотрена защита от перегрузки и коротких замыканий. Сигнал о перегрузке снимается с резистора **R1-1** и подается на транзистор **VT1-1**. Коллектор этого транзистора связан с коллектором управляющего транзистора **VT2-1**, который воздействует на регулирующий транзистор, изменяя выходное напряжение до безопасного уровня.

5.4.2.2 Для получения напряжений +12В и -12В использованы одинаковые стабилизаторы для каналов разной полярности. Их структура аналогична структуре выше описанного стабилизатора в разделе 5.4.2.1.

Основными регулирующими элементами являются транзисторы **VT4-1** и **VT5-1**.

Управляющее воздействие формируется использованием стабилизаторов V_{D4-1} и V_{D6-1} и через управляющие транзисторы V_{T6-1} и V_{T7-1} подается на регулирующие транзисторы.

5.4.3 Генератор П2 обеспечивает питание переменным током частотой 1200 Гц индукторной цепи датчика, а также опорным напряжением амплитудно-фазового дискриминатора.

Генератор состоит из собственного генератора гармонических колебаний и усилителя мощности.

Для возбуждения гармонических колебаний используется схема с двойным Т-образным мостом. Операционный усилитель U_{D1-2} по инвертирующему входу охвачен отрицательной обратной связью, выполненной в виде двойного Т-образного моста. Необходимая частота генерации обеспечивается подбором величины сопротивления резистора R_{1-2} .

Для увеличения выходного тока генератора используются дополнительные каскады усиления по мощности.

Первый каскад усиления построен на транзисторах VT1-2 и VT2-2 с проводимостью разного типа (р-п-р и п-р-п). Нагрузкой этого каскада является первичная обмотка разделительного трансформатора T1.

Со вторичных обмоток трансформатора T1-2 управляющее напряжение подается на транзисторы усилителя мощности VT1-2 и VT2-2 генератора и согласующий (выходной) трансформатор T2.

5.4.4. Блок обработки информации (П5) предназначен для селекции из полученной информации сигналов определенной длительности и выдачи их в выходные устройства.

Информация с датчика поступает на первичную обмотку входного трансформатора T1-5. Вторичная обмотка трансформатора T1-5 с конденсатором C2-5 образует колебательный контур, выделяющий из входного сигнала определенный диапазон частот, несущих информацию о дефекте.

Через разделительный конденсатор C1-5 и ограничивающий резистор R4-5 сигнал подается на "И" вход операционного усилителя Д 2-5. На "Н" вход Д 2-5 подается опорное напряжение с выходного трансформатора T2 через переключатель SA1 с амплитудой и фазой, которые формируются операционным усилителем Д 1-5.

Изменением фазы (резистор R4) и амплитуды (резистор R3) обеспечивается балансировка входного сигнала, т.е. получение на выходе Д 2-5 сигнала, близкого к нулю, если в сигнале с датчика отсутствует информация о дефекте.

При появлении дефекта на выходе Д 2-5 появляется сигнал, фаза и амплитуда которого зависят от характера дефекта. Этот сигнал через ступенчатый регулятор SA5 ("Усиление"), разделительный кон-

денсатор С8-5 и ограничивающий резистор R13-5 поступает на "И" вход Д 3-5, на котором построен избирательный усилитель. Этот усилитель обеспечивает максимальное усиление сигналов частотой 1200Гц. С выхода Д 3-5 сигнал рассогласования через разделительный конденсатор С15-5 проходит на вход линейного выпрямителя, построенного на операционных усилителях Д 4-5 и Д 5-5. Постоянная интегрирования выпрямителя определяется параметрами С19-5 и R29-5. Учитывая, что сигнал от дефекта имеет форму импульса, для отфильтрации сигнала в схему введена дифференцирующая цепочка R32-5, С20-5, параметры которой подобраны таким образом, что снижается чувствительность к плавно нарастающим сигналам, в то же время хорошо выделяются сигналы с крутонарастающим фронтом.

Для более четкой отстройки от "шумов" после дифференцирующей цепочки установлен триггер Шмитта, реагирующий на импульсы с вполне определенными параметрами. Триггер построен на операционном усилителе Д 6-5.

Сигнал о дефекте с триггера Шмитта поступает на выходные устройства.

5.4.5. Выходные устройства (П5). Схемой предусмотрены два выходных устройства, контактное и бесконтактное.

5.4.5.1. Контактное выходное устройство состоит из ждущего мультивибратора, усилителя мощности и выходного электромагнитного реле.

Ждущий мультивибратор запускается импульсом от триггера Шмитта Д 6-5. Он служит для получения сигнала вполне определенной длительности и построен на операционном усилителе Д 7-5. Время удержания выходного сигнала определяется параметрами цепи R44-5, С22-5 и определяется временем, необходимым для срабатывания выходного реле. Выходной сигнал с Д 7-5 подается на базу транзистора

VTI-5 (усилитель мощности), в коллекторную цепь которого включено электромагнитное реле KI-5.

Реле служит для выдачи сигнала в схему внешних устройств и для включения сигнальной лампы "Дефект" на лицевой панели электронного блока.

5.4.5.2. Бесконтактное выходное устройство служит для формирования нормированных бесконтактных сигналов о дефекте. Сигнал с триггера Шмитта $\text{Д} 6-5$ поступает на формирователь положительного импульса, собранный на транзисторе VTI-5, откуда через инвертор $\text{Д} 9.1-5$ поступает на одновибратор $\text{Д} 9.2-5$ и $\text{Д} 9.3-5$, определяющий длительность нормированных сигналов и бесконтактной сигнализации дефекта. Нормированные сигналы с нагрузочной способностью до 100 мА и различного перепада напряжений (с + 12 В до 0 и с 0 до + 12 В) образуются на микросхемах $\text{Д} 10.1-5$ и $\text{Д} 10.2-5$.

Защита выхода микросхем по току и напряжению со стороны подключаемых цепей и нагрузки осуществляется стабилитронами $V\text{Д} 2-5$ и $V\text{Д} 3-5$ с резисторами R9-5 и R11-5. Бесконтактная сигнализация дефекта осуществляется с микросхемы $\text{Д} 11-5$ с помощью светодиодов $\text{Д} 3$ и $\text{Д} 4$, которые установлены на лицевой панели электронного блока.

С момента появления дефекта происходит переключение светодиодов, т.е. один из светодиодов гаснет, а другой начинает светиться.

5.4.6. Электронный блок выполнен на базе типовой конструкции типа "Кожух" и состоит из корпуса, выполненного из тонкого алюминиевого листа, и выдвижного стального каркаса. Передняя и задняя стороны корпуса закрываются съемными панелями. Корпус имеет подставки для установки блока и две боковые утопленные ручки для его переноса. На каркасе размещены силовой и выходной трансформаторы, панель блока конденсаторов сглаживающих фильтров, панель с элементами для контроля тока и напряжения генератора, панель со штепсельными

ми разъемами А1...А4, для подачи питания от сети и связи с датчиком и внешними устройствами и болтом заземления, а также функциональные узлы на отдельных платах с печатным монтажом. Шесть из них П1...П6 выдвижные, перемещаются по направляющим и соединяются с другими элементами с помощью штепсельных разъемов. Плата узла П7 закреплена неподвижно при помощи винтов.

Лицевая панель закреплена на каркасе с помощью винтов и имеет неразъемное соединение с элементами, установленными на каркасе. На лицевой панели установлены:

ручки для извлечения каркаса из кожуха и его переноса;

тумблер "Сеть" для включения питания;

сигнальная лампа для контроля наличия питания;

предохранитель 2А;

сигнальная лампа "Дефект" для контроля наличия выходного сигнала;

сигнальные светодиоды "Дефект" для контроля наличия выходного сигнала (устанавливаются при необходимости контроля дефектов, расположенных на концах мерных труб);

стрелочный индикатор для балансировки и контроля выходного сигнала, а также контроля тока и напряжения генератора;

переключатель контроля параметров с положением:

А - контроль тока генератора;

В - контроль напряжения генератора;

С - контроль выходного сигнала;

тумблер для контроля работы всего тракта схемы с положениями:

Р - работа, К - контроль;

регулятор "А" для установки амплитуды опорного напряжения;

регулятор "В" для плавного изменения фазы опорного напряжения;

тумблер для изменения фазы опорного напряжения: в пределах $0-180^\circ$

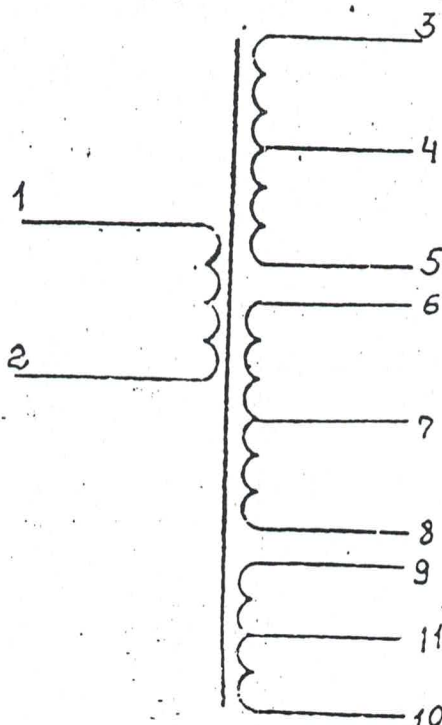
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Таблица I

Силовой трансформатор ТП, сердечник
трансформатора ОСМ-0,16

Номера выводов	Число витков	Сопротивление обмотки, ом	Диаметр провода ! мм	Марка провода !	Напряжение Х.Х. В
1	2	3	4	5	6
I-2	550	47	0,59	ПЭВ-2	220
3-4	85 80	9	0,59	ПЭВ-2	34
4-5	85 80	9	0,59	ПЭВ-2	34
6-7	44	8	0,47	ПЭВ-2	17,5
7-8	44	8	0,47	ПЭВ-2	17,5
9-10	12	-	0,47	ПЭВ-2	5,3
9-II	4	12	0,47	ПЭВ-2	21,5

Электрическая схема трансформатора ТП



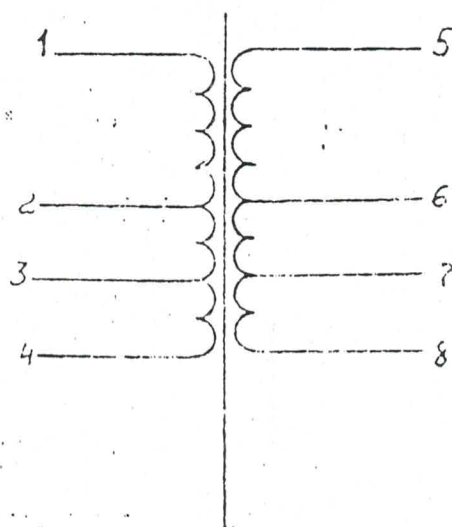
ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ 1

Таблица 2

Трансформатор Т1-4, тип ТОГ II, сердечник ША6х8

Номера	Число	Сопротивление	Максимальное
выводов	витков	обмотки, ом	напряжение, В
I-2			
I-3	350 x 2	18 x 2	12 x 2
I-4			
5 - 6	845		
5 - 7	980	125	
5 - 8	1190		

Электрическая схема трансформатора Т1-4



ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ 1

Таблица 3

Выходной трансформатор генератора Т2-4, сердечник
трансформатора ОСМ-0,063

номера выводов	Число витков	Сопротивление обмотки, ом	Диаметр провода	Марка провода
1 - 2	90	-	0,59	НОВ-2
2 - 3	90	-	0,59	НОВ-2
6 - 7	700	-	0,40	НОВ-2
6 - 8	800	-	0,40	НОВ-2
6 - 9	900	-	0,40	НОВ-2
4 - 5	4	-	0,59	НОВ-2

Электрическая схема трансформатора Т2-4

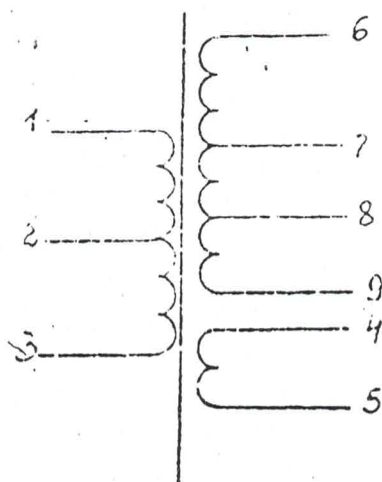
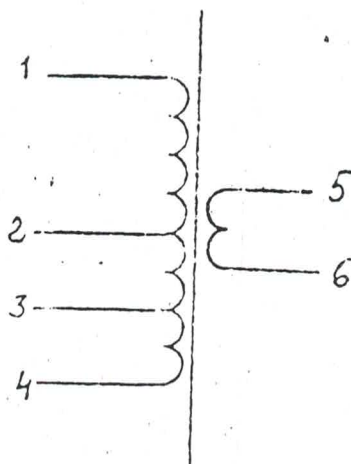


Таблица 4

Согласующий трансформатор ТЗ, сердечник
трансформатора ОСМ-0,063

Номер выводов	Число витков	Сопротивление обмотки, ом	диаметр, мм	Марка провода
1 - 2	700	-	0,40	ПЭВ-2
1 - 3	800	-	0,40	ПЭВ-2
1 - 4	900	-	0,40	ПЭВ-2
5 - 6	2	-	шина медная 17 x 2	

Электрическая схема трансформатора ТЗ



ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ 1

Таблица 5

Трансформатор входной ТИ-5, тип ТВТ-5,
сердечник ШБ2 х 4

Номер выводов	Число витков	Сопротивление обмотки, ом	Марка провода
1 - 2	-	-	-
1 - 3	290	10,9	-
4 - 5	985	-	-
4 - 6	1390	520	-

Электрическая схема трансформатора ТИ-5

