

**ТАХОМЕТРЫ СТЕНДОВЫЕ
ФЕРРОДИНАМИЧЕСКИЕ
УНИФИЦИРОВАННЫЕ**

ТСФУ1

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

ТАХОМЕТРЫ СТЕПДОВЫЕ
ФЕРРОДИНАМИЧЕСКИЕ
УНИФИЦИРОВАННЫЕ

ТСФУ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Внимание!

На корпус прибора ТСФУ1 может попадать «минус» постоянного тока, поэтому панель, на которую устанавливается ТСФУ1, должна быть заземлена.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Тахометры стендовые ферродинамические унифицированные ТСФУ1 (рис. 1) предназначены для измерения числа оборотов вала авиационных двигателей в условиях стендовых испытаний.

2. КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект тахометра ТСФУ1 входят, шт.:

- | | |
|--|--------------|
| 1. Измеритель тахометра стендовый ТСФУ1 | 1 |
| 2. Измеритель тахометра авиационный бортовой ИТЭ-1 | 2 |
| | (1 запасной) |
| 3. Датчик ДТЭ-2 | 1 |

Запасные части

- | | |
|----------------------------------|----|
| 4. Осветительные лампы | 14 |
|----------------------------------|----|

Примечание. К шифру измерителя тахометра ТСФУ1 прибавляется число, условно обозначающее модификацию тахометра, например: ТСФУ1-1, ТСФУ1-2 и т. д. Модификации тахометров различаются по оформлению циферблата измерителя ТСФУ1 в процентах или оборотах в минуту (см. разд. 5). Шифр измерителя ТСФУ1 является одновременно и шифром всего комплекта тахометра.

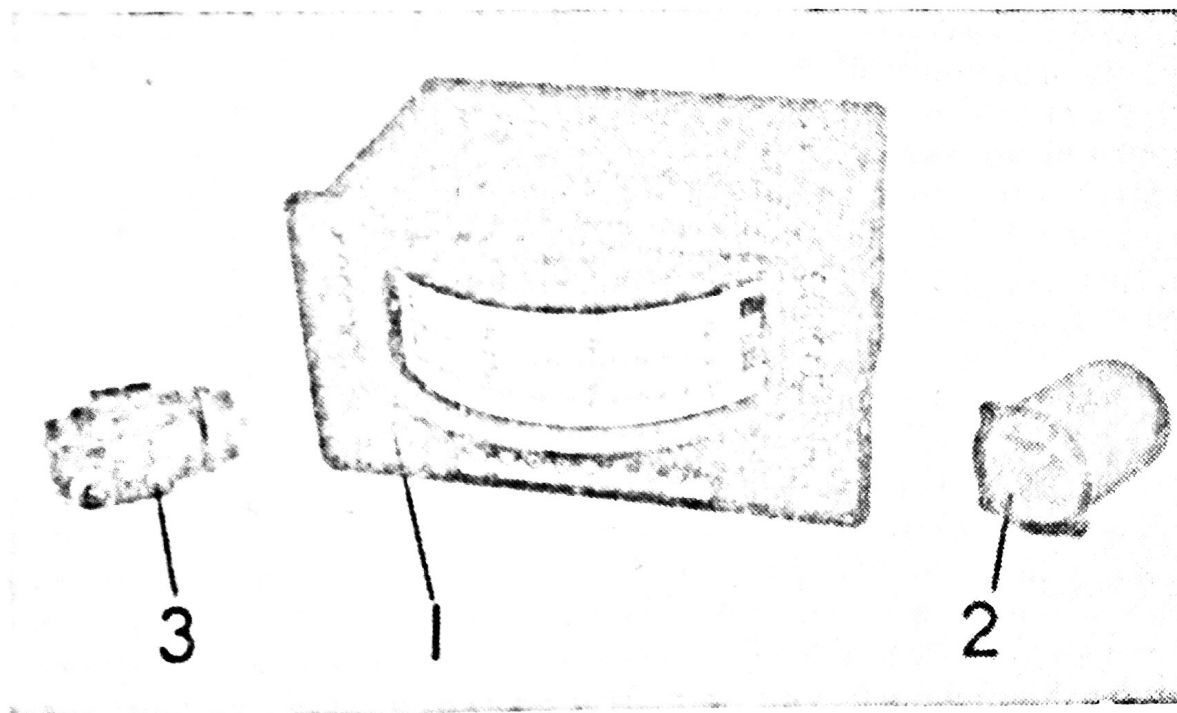


Рис. 1. Комплект тахометра ТСФУ1:

1 — измеритель стендовый ТСФУ1; 2 — измеритель авиационный ИТЭ-1;
3 — датчик ДТЭ-2

3. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТАХОМЕТРА ТСФУ1

Измерение угловой скорости вала двигателя тахометра ТСФУ1 производится с помощью двух самостоятельных измерителей: авиационного бортового измерителя ИТЭ-1 и стендового измерителя ТСФУ1, работающих одновременно от одного датчика — генератора переменного тока ДТЭ-2.

Сведения о принципе действия и конструкции измерителя ИТЭ-1 и датчика ДТЭ-2 приведены в отдельном описании, приложенном к комплекту.

Ниже приводится описание измерителя ТСФУ1, работающего в комплекте с датчиком ДТЭ-2.

Принцип действия тахометров ТСФУ1 заключается в следующем: датчик, являющийся синхронным генератором переменного тока, преобразует механическое вращение вала двигателя в переменный электрический ток, частота которого измеряется частотомером измерителем ТСФУ1.

Так как частота переменного тока является прямой функцией угловой скорости ротора генератора (а следовательно, и вала двигателя, с которым сцеплен ротор генератора), то шкала измерителя ТСФУ1 градуируется непосредственно в оборотах в минуту или в процентах от номинального значения угловой скорости вала.

Для измерения частоты переменного тока в измерителе ТСФУ1 применена резонансно-компенсационная схема.

На рис. 2 показана принципиальная схема резонансно-компенсационного частотомера, в которой используется в качестве измерителя частоты компенсационный ферродинамический логометр переменного тока.

Компенсационный логометр ферродинамической системы состоит из стального магнитопровода (ярма) 98, на средний выступ которого намотана неподвижная катушка 86, и рамки 87 (подвижной катушки), имеющей возможность вращаться вокруг неподвижного стального сердечника 101. На рамке укреплена стрелка 99, показывающая угол поворота рамки по шкале 100.

Рамка замкнута на дроссель 88. При прохождении переменного тока I_b по неподвижной катушке 86 возникает переменный магнитный поток Φ_s , который индуцирует в рамке электродвижущую силу E_x . Э. д. с. E_x вызывает появление тока в цепи рамки.

Ток рамки, взаимодействуя с магнитным потоком Φ_s , создает вращающий момент, который стремится установить рамку из любого положения в нейтральное положение относительно полюсов, т. е. по оси потока (по нейтральной «0 . . . 0»), чему способствует индуктивность дросселя 88. Указанный вращающий момент зависит от угла отклонения рамки от нейтральной и используется как момент противодействующий.

От источника переменного напряжения U к рамке подводится э. д. с. E_x через параллельную неподвижной катушке цепь, состоящую из последовательно подключенных к рамке конденсатора 71

и активного сопротивления 59. Ток в рамке от э. д. с. E_x создает вращающий момент, стремящийся отклонить рамку от нейтральной.

Неподвижная катушка 86 питается от того же источника переменного напряжения U через конденсатор 85.

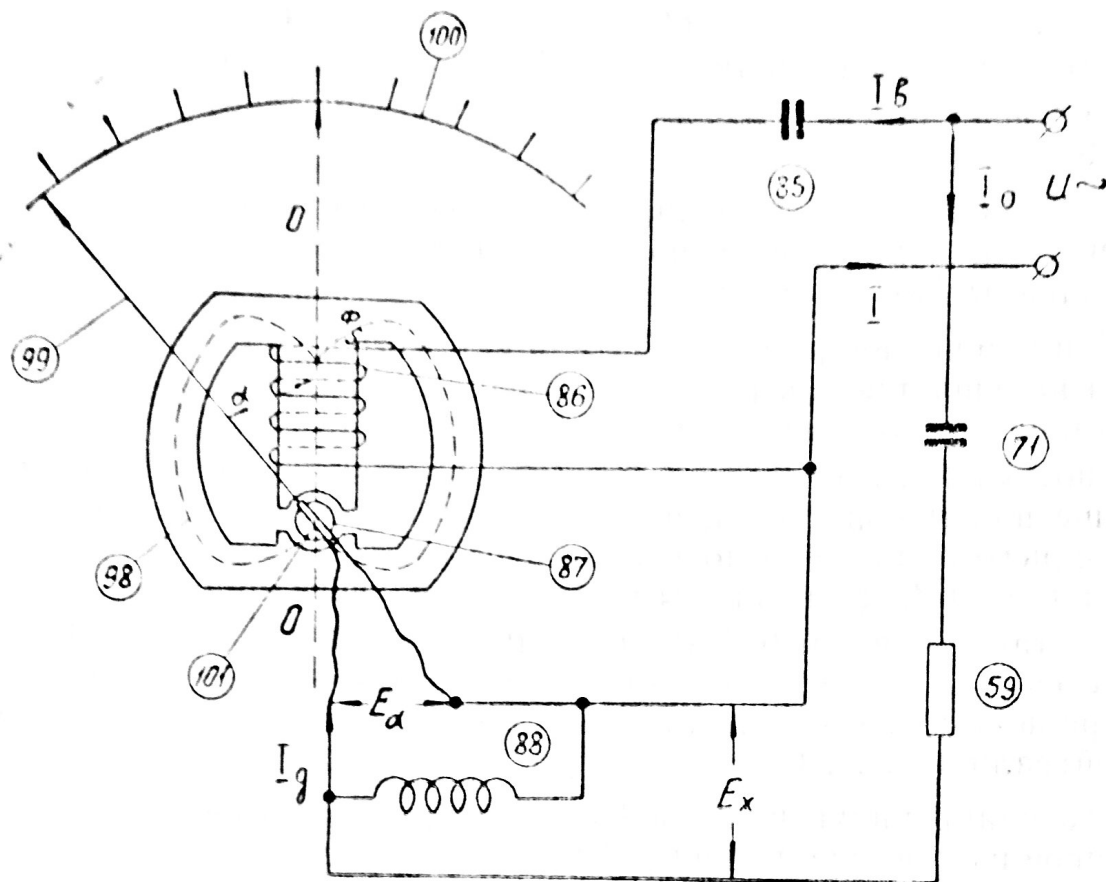


Рис. 2. Принципиальная схема резонансно-компенсационного частотомера: 59 — сопротивление параллельной цепи; 71 — емкость (конденсатор) параллельной цепи; 85 — емкость (конденсатор) резонансной цепи; 86 — неподвижная катушка; 87 — рамка (подвижная катушка); 88 — дроссель; 98 — магнитопровод (ядро); 99 — стрелка; 100 — шкала; 101 — сердечник рамки; Φ_s — магнитный поток неподвижной катушки; «0 . . . 0» — нейтраль; α — угол отклонения рамки от нейтральной; I_b — ток возбуждения в резонансной цепи; I_0 — ток параллельной цепи; I — ток общий; E_x — э.д.с. измерительной схемы; E_α — э.д.с. рамки; I_g — ток рамки; $U \sim$ — напряжение переменной частоты

Ток рамки I_g является, таким образом, функцией двух электродвижущих сил: э. д. с. E_α , индуцированной в рамке магнитным потоком неподвижной катушки Φ_s , и э. д. с. E_x , подведенной к рамке от измерительной схемы. Роль э. д. с. E_x выполняет в настоящей схеме напряжение на дросселе 88.

Как известно, вращающий момент M ферродинамического измерительного механизма зависит от величины тока рамки I_g магнитного потока неподвижной катушки Φ_s и угла сдвига фаз между ними φ :

$$M = K \cdot \Phi_s \cdot I_g \cdot \cos \varphi.$$

Элементы схемы подбираются так, чтобы индуктивность неподвижной катушки 86 и емкость последовательно подключенного

к ней конденсатора 85 при среднем значении измеряемой частоты данного предела измерения находились в резонансе.

Кроме того, емкость параллельной цепи 71, активное сопротивление параллельной цепи 59, индуктивность дросселя 88 и активное сопротивление рамки 87 подбираются так, чтобы при средней частоте измеряемого диапазона частот ток в рамке $I_{\text{г}}$ был сдвинут относительно магнитного потока неподвижной катушки $\Phi_{\text{с}}$ на угол 90° .

В этом случае вращающий момент рамки равен нулю, подвижная часть находится в равновесии, а стрелка 99 показывает середину шкалы 100.

При изменении частоты в ту или иную сторону от среднего значения нарушается как резонанс в цепи неподвижной катушки, так и девятистоградусный сдвиг φ тока рамки $I_{\text{г}}$ относительно магнитного потока $\Phi_{\text{с}}$. Вращающий момент рамки M при этом становится больше или меньше нуля, и рамка отклоняется вправо или влево от среднего положения до тех пор, пока угол сдвига фаз φ между током рамки $I_{\text{г}}$ и магнитным потоком $\Phi_{\text{с}}$ неподвижной катушки опять станет равным 90° . Вращающий момент в этом случае оказывается равным нулю и рамка останавливается в новом положении равновесия, соответствующем некоторому углу отклонения α от нейтральной «0 . . . 0».

Благодаря индуктивности 88 в цепи рамки обеспечивается устойчивое равновесие подвижной части логометра.

Каждому значению частоты в пределах данного диапазона соответствует определенный угол α отклонения рамки от нейтральной.

Шкала прибора может быть отградуирована либо в единицах частоты (герцах), либо в единицах угловой скорости (оборотах в минуту).

Достоинствами схемы являются высокая чувствительность прибора к изменениям основной частоты и малая зависимость показаний в известных пределах от изменения напряжения датчика и формы кривой напряжения датчика.

Для достижения требуемой точности измерения $\pm 0,2\%$ весь диапазон измерения тахометра разбит на шесть равных поддиапазонов (пределов измерения), следующих друг за другом.

Переключение пределов измерения может производиться как ручным, так и автоматическим переключателями. Сигнализация включенного предела измерения осуществляется специальными сигнализационными лампами, расположенными на уровне шкалы каждого поддиапазона.

Схема принципиальная электрическая измерителя тахометра ТСФУ1 приведена на рис. 3.

Напряжение датчика подводится к схеме измерителя ТСФУ1 через контакты 1, 2, 3 разъема 49.

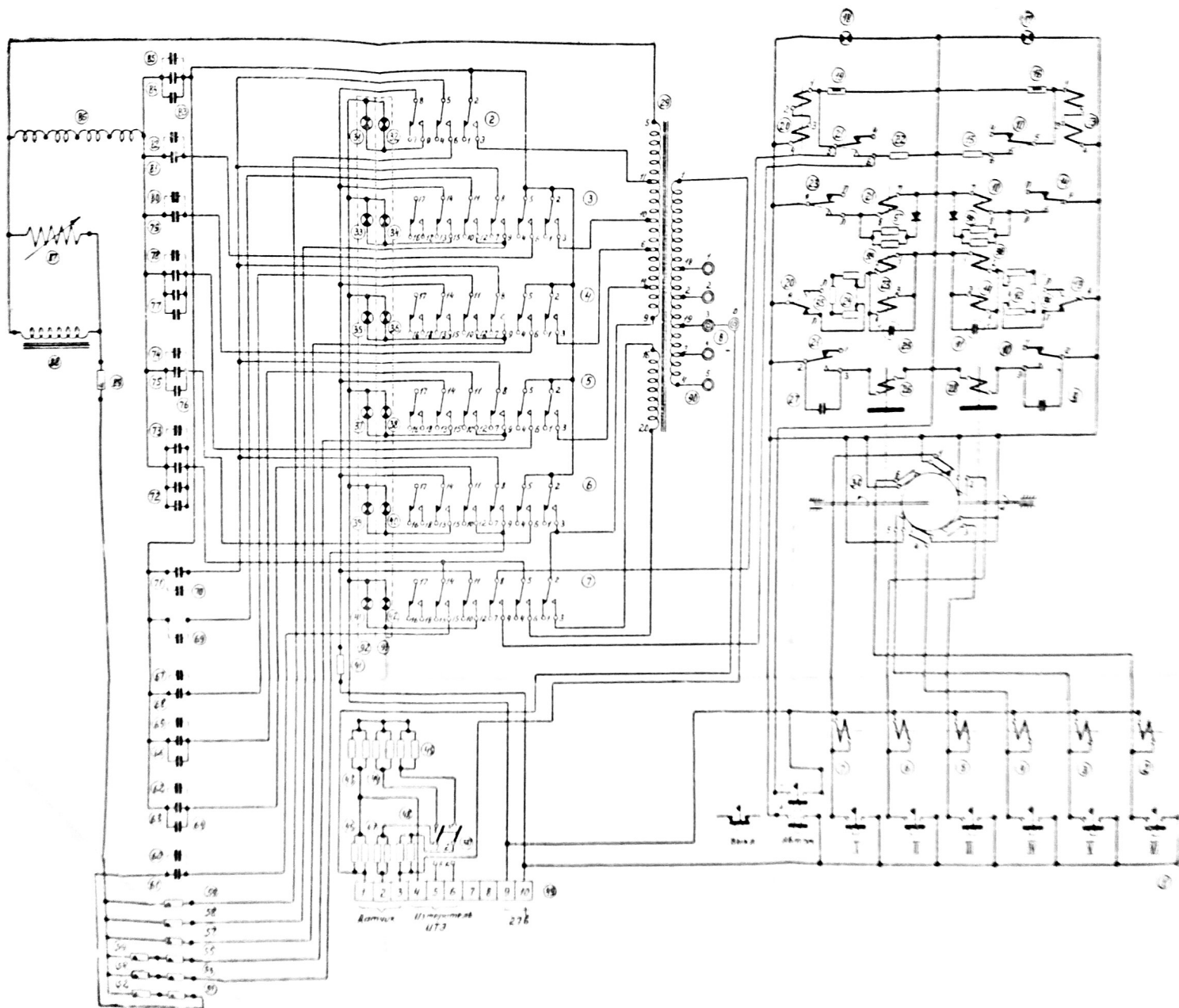


Рис. 3. Схема принципиальная электрическая измерителя с dynamometer T1-Phi-1

Параллельно измерителю ТСФУ1 к датчику подключается измеритель ИТЭ-1 через три сопротивления 46, 47, 48, переключатель двухполюсный 50, установленный в положение «ИТЭ включен», и контакты 4, 5, 6 разъема 49.

Датчик ДТЭ-2 рассчитан для одновременного питания двух измерителей ИТЭ-1. Следовательно, при подключении одного измерителя напряжение датчика возрастает, и ток в обмотке измерителя становится больше допустимого. В связи с этим последовательно с измерителем ИТЭ-1 подключаются три сопротивления 46, 47, 48, ограничивающие ток до допустимой величины, при максимальном напряжении датчика.

Если измеритель ИТЭ-1 отсутствует, то переключатель 50 устанавливается в положение «ИТЭ-1 выключен». В этом случае вместо измерителя ИТЭ-1 к датчику подключаются три сопротивления 43, 44, 45, представляющие собой нагрузку, эквивалентную измерителю ИТЭ-1.

От контактов 1, 3 разъема 49 напряжение датчика подводится к первичной обмотке силового повышающего трансформатора 29 с шестью выводами: 1, 18, 2, 19, 3, 4, позволяющими изменять коэффициент трансформации трансформатора на ± 10 и $\pm 20\%$ от номинального, что необходимо для компенсации изменения напряжения датчика в случае замены либо самого датчика, либо измерителя ИТЭ-1, а также в случае работы тахометра без измерителя ИТЭ-1 (см. указания по эксплуатации тахометра ТСФУ1, разд. 6).

Гнезда 0, 1, 2, 3, 4, 5 на плате переключателя 90 дают возможность с помощью вилки 8 изменять число витков первичной обмотки трансформатора, а следовательно, и коэффициент трансформации.

Силовой трансформатор имеет две вторичные обмотки. Одна вторичная обмотка выполнена с пятью ступенями трансформации для питания 2, 3, 5 и 6-го пределов измерения (выводы 9, 14, 6, 10, 11 соответственно, вывод 5 общий).

Вторая обмотка (выводы 16, 20) подключается последовательно к первой при работе на первом поддиапазоне, соответствующем наименьшим угловым скоростям.

Разделение вторичной обмотки трансформатора на две части значительно снижает вторичное напряжение обмоток при измерениях больших скоростей на верхних поддиапазонах, что обеспечивает большую надежность работы трансформатора с точки зрения электрической прочности изоляции.

Каждый предел измерения включается с помощью электромагнитных реле, управляемых ручным или автоматическим переключателем.

Реле работают от источника постоянного тока 27 В, подключаемого к прибору через контакты 9, 10 разъема 49.

Ручной переключатель 1 имеет восемь кнопок, под каждой из которых обозначено ее назначение. Кнопка с надписью АВТОМ.

включает напряжение 27 В на схему автоматического переключателя поддиапазонов.

Кнопка с надписью ВЫКЛ. механически выключает автоматический и ручной переключатели.

При этом отключается от датчика измеритель ТСФУ1. Измеритель же ИТЭ-1 остается подключенным к датчику. Отключение измерителя от датчика производится с помощью переключателя 50.

Шесть кнопок (I, II, III, IV, V, VI) служат для ручного переключения поддиапазонов. Под каждой из этих кнопок обозначен тот поддиапазон, который данная кнопка включает.

Все кнопки заблокированы между собой механически таким образом, что при нажатии одной кнопки автоматически выключается любая другая ранее включенная кнопка.

При нажатии кнопки VI (шестого поддиапазона) ее контакты замыкаются, и срабатывает реле ТКЕ53ПД 2, включающее схему измерителя на шестой поддиапазон.

Кнопка после нажатия арретируется (остается в нажатом состоянии) до тех пор, пока не будет нажата любая другая кнопка переключателя. Вместе с тем остается включенным и реле 2. При этом от общего вывода 5 вторичной обмотки трансформатора 29 цепь неподвижной катушки 86 логометра замыкается через резонансную группу конденсаторов 83, 84, 85 шестого поддиапазона измерения, контакты 2—3 реле 2 на вывод 11 трансформатора. Одновременно контакты 8—9 реле включают две сигнализационные лампы шестого предела измерения 31—32, а параллельная цепь схемы замыкается через рамку логометра 87 и параллельно подключенный к ней дроссель 88, общее сопротивление параллельной цепи 89, подгоночные сопротивления шестого поддиапазона 59, контакты 5—6 реле 2, группу конденсаторов параллельной цепи 70, 71 и далее на вывод 11 трансформатора через контакты 2—3 реле 2.

При нажатии кнопки V (пятого поддиапазона) срабатывает реле ТКЕ56ПД 3, включающее схему измерителя на пятый поддиапазон.

Кнопка VI при этом автоматически возвращается в исходное положение, ее контакты размыкаются, и реле 2 выключает шестой поддиапазон. Питание схемы на пятом поддиапазоне осуществляется от вывода 10 вторичной обмотки трансформатора 29, включаемого через второй и третий контакты реле 3.

Контакты 5—6 реле 3 подключают параллельно группе резонансных конденсаторов 83, 84, 85 шестого поддиапазона, резонансные конденсаторы пятого поддиапазона 81, 82, контакты 11—12 подключают параллельно группе конденсаторов 70, 71 параллельной цепи шестого поддиапазона, конденсатор 69 параллельной цепи пятого поддиапазона, контакты 8—9 включают сопротивление 58 параллельной цепи пятого поддиапазона, а контакты 14—15 включают сигнализационные лампы 33, 34 пятого поддиапазона.

Аналогично при нажатии кнопки IV (четвертого поддиапазона) реле 4 четвертого поддиапазона контактами 2—3 подключает вывод 6 трансформатора, контактами 5—6 параллельно соединяет группу резонансных конденсаторов четвертого поддиапазона 79, 80 к конденсаторам шестого поддиапазона, контактами 11—12 параллельно подключает конденсаторы параллельной цепи 67, 68 четвертого поддиапазона к конденсаторам шестого поддиапазона, контактами 8—9 включает сопротивление 57 четвертого поддиапазона, а контактами 14—15 включает сигнализационные лампы 35, 36 четвертого поддиапазона. Реле следующих поддиапазонов включает соответствующие этим поддиапазонам комбинации резонансных конденсаторов, конденсаторов параллельных цепей, сопротивлений параллельных цепей и сигнализационные лампы.

При этом постоянно включенными остаются неподвижные катушки логометра 86, рамка 87, дроссель 88, общее сопротивление параллельной цепи 89. Конденсаторы резонансные 83, 84, 85 и конденсаторы параллельной цепи 70, 71 шестого поддиапазона остаются включенными при работе на всех поддиапазонах, кроме первого.

Группы конденсаторов резонансной и параллельной цепей первого поддиапазона набираются самостоятельно и включаются с помощью реле 7.

Реле 7 контактами 2—3 соединяет между собой выводы 9, 16 трансформатора 29, благодаря чему измеритель ТСФУ1 при работе на первом поддиапазоне оказывается включенным на максимальное напряжение вторичной обмотки трансформатора между выводами 5 и 20.

Контакты 8—9 реле 7 блокируют фотосопротивление 19, благодаря чему прекращается работа искателя автоматического переключателя на первом поддиапазоне.

В табл. 1 приводятся элементы схемы, соответствующие каждому поддиапазону измерения измерителя ТСФУ1.

Таблица 1

№ поддиапазонов	Включаемые реле поддиапазонов	Резонансные конденсаторы	Конденсаторы параллельных цепей	Сопротивления	Выводы вторичной обмотки трансформатора
1	1 ТКЕ56 ПД	72, 73	60, 61	51, 52	5—9 16—20
2	6 ТКЕ56 ПД	74, 75, 76, 83, 84, 85	62, 63, 64, 70, 71	53, 54	5—9
3	5 ТКЕ56 ПД	77, 78, 83, 84, 85	65, 66, 70, 71	55, 56	5—14
4	4 ТКЕ56 ПД	79, 80, 83, 84, 85	67, 68, 70, 71	57	5—6
5	3 ТКЕ56 ПД	81, 82, 83, 84, 85	69, 70, 71	58	5—10
6	2 ТКЕ53 ПД	83, 84, 85	70, 71	59	5—11

Так как стабильность параметров схемы является необходимым условием сохранения точности показаний тахометра во времени, то в качестве емкостей применены конденсаторы со слюдяным диэлектриком, герметизированные марки КСГ-2 или опрессованные марки КСО группы Г, обладающие достаточным постоянством емкости во времени и при изменении температуры окружающего воздуха от минус 60 до 70°C.

Постоянство индуктивности неподвижных катушек 86 и дроселя 88 достигается тем, что сердечники их имеют воздушные зазоры и выполнены из тонких листов высоколегированной электро-технической стали.

Компенсация температурной погрешности измерителя ТСФУ1 за счет температурного коэффициента рамки 87 обеспечивается подбором соответствующего температурного коэффициента сопротивлений параллельных цепей, для чего сопротивления 51, 53, 55 выполнены из манганиновой проволоки, а сопротивления 52, 54, 56, 57, 58, 59 и 89 выполнены из медной проволоки.

Как упоминалось ранее, переключение поддиапазонов измерения может осуществляться в измерителе тахометра ТСФУ1 автоматическим переключателем.

Автоматический переключатель основан на принципе работы фоторелейного автомата в комбинации с шаговым искателем.

По краям шкалы измерителя тахометра ТСФУ1 установлены два фотосопротивления ФСК2 19 и 16, освещаемые лампами 18 и 17. Последовательно с фотосопротивлениями включены обмотки высокочувствительных поляризованных реле РП-7 20 и 13. Цепи реле питаются от источника постоянного тока 27 В, подключаемого к схеме автоматического переключателя с помощью двухполюсной кнопки ручного переключателя с обозначением АВТОМ.

Так как фотосопротивления освещены, то в цепи реле имеет место ток, достаточный для срабатывания реле РП-7 (более 200 мкА).

Контакты реле РП-7 13 включены последовательно с обмоткой такого же поляризованного реле РП-7 14 через сопротивление 12. Обмотка реле 14 блокирована электрическим конденсатором 11.

Якорь «Я» реле РП-7 13 при освещенном фотосопротивлении 16 прижат к левому контакту «Л» и цепь реле 14 разорвана.

Когда стрелка измерителя доходит до правого края шкалы (скорость вращения вала датчика нарастает), флажок, укрепленный на ней, перекрывает световой поток, облучающий фотосопротивление 16. Сопротивление последнего резко вырастает, и ток в цепи реле 13 резко уменьшается. При этом якорь реле 13 прижимается к правому контакту «П» и замыкает цепь реле 14.

Благодаря наличию сопротивления 12 и конденсатора 11 реле 14 срабатывает с замедлением 1,0—1,5 с.

Якорь «Я» реле 14 замыкает цепь реле ТКЕ52ПД 10. Реле 10 срабатывает и своими контактами 2—3 замыкает цепь электро-

магнита 28. Электромагнит 28 притягивает якорь и с помощью храпового устройства поворачивает диск переключателя 30 на один шаг.

Вокруг диска шагового переключателя расположены шесть пар контактов (1, 2, 3, 4, 5, 6), каждая из которых при замыкании включает реле соответствующего предела измерения так же, как и одноименные кнопки ручного переключателя.

Контакты шагового переключателя замыкаются с помощью кулачка на диске.

Если до срабатывания электромагнита кулачок диска находился в положении «1», то первая пара контактов переключателя 30 была замкнута, работало реле 7, и измеритель тахометра был включен в первый предел измерения.

После срабатывания электромагнита кулачок диска, переместившись на один шаг, освобождает контакты «1» и замыкает вторую пару контактов переключателя 30. При этом срабатывает реле 6 второго предела измерения, а реле 7 выключается. Если скорость вращения вала датчика тахометра находится в пределах второго поддиапазона, то стрелка тахометра уйдет от края шкалы и установится в соответствующее измеряемой скорости положение. При этом световой поток лампы 17 вновь будет облучать фотосопротивление 16, контакты реле 13 разорвут цепь реле 14, контакты реле 14 разорвут цепь электромагнита 28, электромагнит отпустит якорь и храповое устройство привода переключателя 30 установится в исходное положение, не изменяя положения диска 30 (вторая пара контактов остается замкнутой).

Если скорость вращения вала датчика продолжает нарастать, то стрелка измерителя вновь дойдет до правого края шкалы, флажок стрелки затемнит фотосопротивление 16, и в указанной ранее последовательности вновь сработают реле 13, 14 и 10, электромагнит 28 с помощью храпового устройства повернет диск переключателя 30 на один шаг, а кулачок замкнет третью пару контактов. При этом сработает реле 5 и включит третий поддиапазон.

Стрелка измерителя уйдет от правого края шкалы, и элементы автоматического переключателя придут в исходное положение.

Таким же образом будет происходить последовательное переключение и других пределов измерения при плавном нарастании угловой скорости вала датчика до шестого поддиапазона включительно.

Автоматический переключатель переключает пределы измерения измерителя ТСФУ1 не только при последовательном чередовании поддиапазонов, но и находит требуемый предел измерения при включении из любого положения.

Допустим, что диск переключателя 30 находился в положении «1» (замкнута первая пара контактов и включен первый поддиапазон), а при включении кнопки АВТОМ. угловая скорость соответствовала шестому поддиапазону.

В этом случае стрелка дойдет до правого края шкалы, и автоматически включится второй поддиапазон. Однако, так как угловая скорость выше скорости второго поддиапазона, стрелка останется прижатой к правому упору и второй поддиапазон останется включенным.

В этом случае вступает в работу искатель, действующий следующим образом: когда срабатывает реле 10, его вторая пара контактов 5—6 включает реле 13 через сопротивление 15, шунтирующее фотосопротивление 16. Якорь реле 13 разрывает цепь реле 14. Якорь реле 14 разрывает цепь реле 10, контакты которого 2—3 и 5—6 выключают электромагнит 28 и реле 13.

Электромагнит 28 отпускает свой якорь, храповое устройство переключателя занимает исходное положение.

Если в этом случае измеряемая скорость вращения вала датчика соответствует включенному пределу измерения, то стрелка измерителя отойдет от края шкалы, лампа 17 будет освещать фотосопротивление 16, якорь «Я» реле 13 останется прижатым к контакту «Л», и измеритель останется включенным на данный поддиапазон.

Если же стрелка измерителя останется прижатой к упору, что означает несоответствие измеряемой угловой скорости включенному поддиапазону, то якорь реле 13 замкнет контакт «П», сработают реле 14 и 10 и электромагнит 28 переведет переключатель в следующее положение «3». Но как только сработает реле 10, его контакты 5—6 включают реле 13, после чего цепи реле 14, реле 10 и электромагнита 28 окажутся разорванными.

Храповое устройство переключателя опять займет исходное положение.

Так как флажок стрелки продолжает затемнять фотосопротивление 16, то вновь срабатывает реле 14, реле 10 и электромагнит 28 переведет диск переключателя в положение «4».

Одновременно замкнутся контакты 5—6 реле 10, и цепи реле 14, реле 10 и электромагнита 28 разомкнутся, а храповое устройство переключателя придет в исходное положение.

Таким образом, если флажок стрелки затемняет фотосопротивление 16, то реле 13, реле 14, реле 10 с электромагнитом 28 входят в режим «пульс-пары», выполняющей роль искателя.

Когда диск шагового переключателя 30 включит предел измерения, соответствующий измеряемой угловой скорости, стрелка отойдет от края шкалы, сработает реле 13 и «пульс-пара» (искатель) перестанет работать.

Совершенно аналогично происходит работа автоматического переключателя при уменьшении угловой скорости вала датчика. В этом случае затемняется фотосопротивление 19 и срабатывают последовательно реле 23 (замедленное, благодаря сопротивлению 24 и емкости 25), реле 21, а электромагнит 26 поворачивает с помощью своего храпового устройства диск шагового переключателя 30 в сторону низших пределов измерения (от шестого к первому).

Контакты 23 реле 21, создающие режим «пульс-пары», шунтируются дополнительно контактами 8—9 реле 7 первого поддиапазона. Дело в том, что стрелка после отключения измерителя ТСФУ1 всегда устанавливается в начале шкалы (у левого упора). При этом искатель всегда устанавливает переключатель на первый поддиапазон.

Когда срабатывает реле 7 первого поддиапазона, его контакты 8—9 включают реле 20, и искатель прекращает работу. Искатель начинает работу только тогда, когда стрелка прибора в процессе измерения дойдет до правого упора, а переключатель выключит первый поддиапазон. Конденсаторы 9 и 27 служат для гашения искры, возникающей на контактах 2—3 реле 10 и реле 21 при разрыве цепи электромагнитов 28 и 26, диоды 96 и 97 служат для задержки отпускания реле 10 и 21, что предотвращает дробь контактов этих реле и ложное срабатывание всей схемы автоматики. Сопротивления 98 и 99, включенные последовательно с диодами 96 и 97, введены для ограничения тока через эти диоды.

Замедление срабатывания реле 14 и 23 вызвано необходимостью защиты автоматического переключателя от ложных срабатываний при кратковременном забрасывании стрелки измерителя к упорам в момент переключения пределов измерения.

Автомат должен сработать только тогда, когда стрелка уверенно останавливается на упоре, что свидетельствует о необходимости перехода на следующий предел измерения.

4. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ТАХОМЕТРА ТСФУ1

Измеритель тахометра ТСФУ1 состоит из следующих основных конструктивных узлов:

- 1) платы с ферродинамическим измерительным механизмом компенсационного логометра и фотосопротивлениями;
- 2) шасси с элементами измерительной схемы, переключателями ручным и автоматическим, сигнализационными лампами и повышающим трансформатором;
- 3) корпуса;
- 4) кожуха.

Как указывалось ранее (разд. 3), в качестве измерителя частоты в тахометре применен компенсационный ферродинамический логометр переменного тока.

Ферродинамический измерительный механизм логометра, смонтированный на плате, показан на рис. 4, а и б.

Измерительный механизм ферродинамического компенсационного логометра служит для преобразования измеряемой величины — угловой скорости вращения вала датчика в угловое перемещение подвижной части.

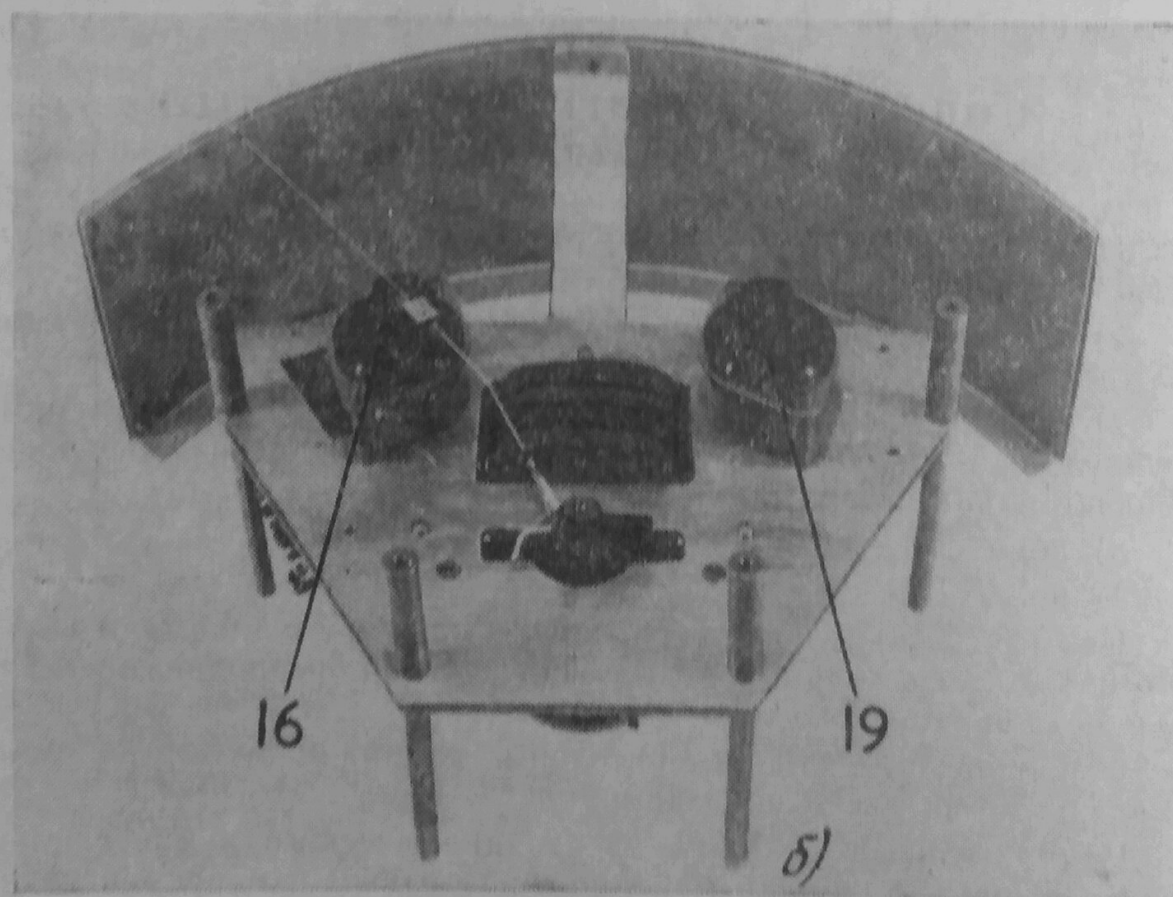
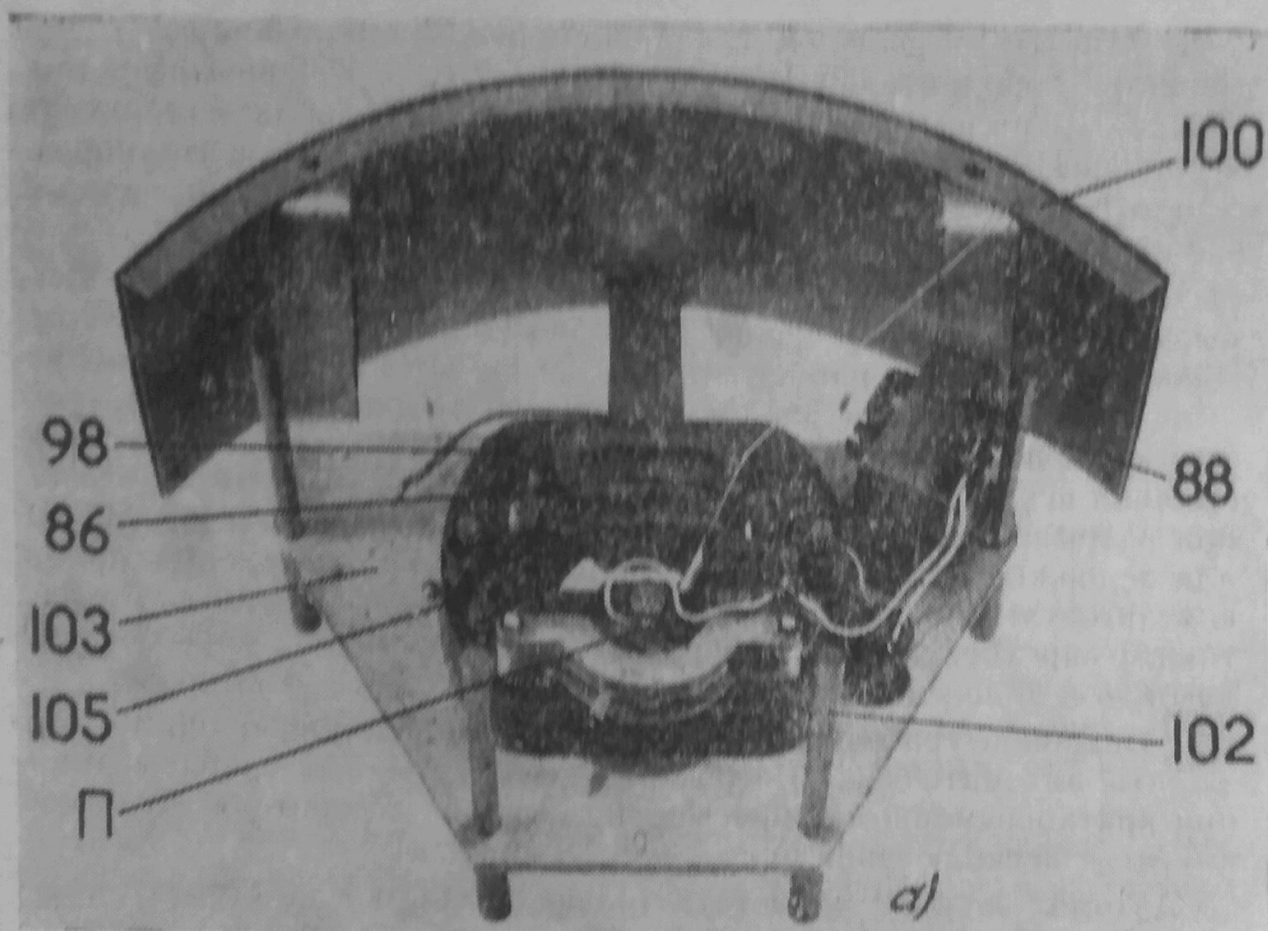


Рис. 4. Плата с измерительным механизмом ферродинамического компенсационного логометра:
 П — подвижная часть логометра; 16, 19 — фотосопротивления; 88 — дроссель;
 98 — магнитопровод (ярмо) с неподвижными катушками 86; 100 — циферблат;
 102 — магниты успокоителя; 103 — плата; 105 — консоль

Ферродинамический компенсационный логометр состоит из следующих основных узлов: магнитопровода (ярма) 98 с неподвижными катушками 86, подвижной части II, консоли 105 с неподвижным сердечником, магнитов успокоителей 102, дросселя 88.

Ярмо 98 неподвижных катушек логометра (рис. 5) набрано из отдельных цельноштампованных пластин электротехнической стали марки Э44 толщиной 0,30 мм.

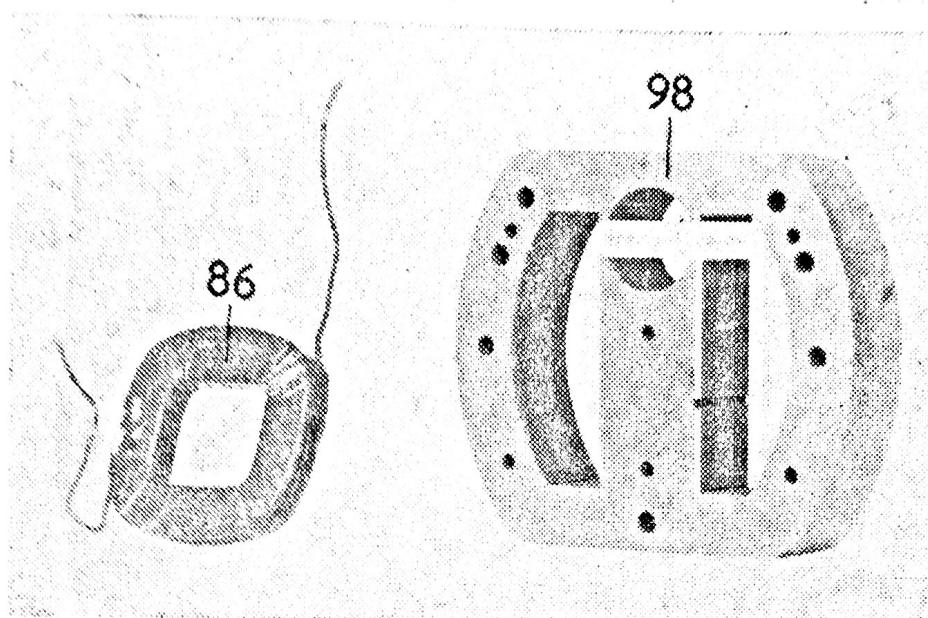


Рис. 5. Ярмо с катушкой:
86 — неподвижная катушка; 98 — ярмо

Конструктивно форма ярма выполнена в виде замкнутого магнитопровода, экранирующего измерительный механизм от влияния внешних магнитных полей. Бескаркасные неподвижные катушки 86 в количестве 4 шт. насаживаются на средний выступ ярма через зазор между полюсами.

Катушки выполнены из медной проволоки ПЭВ-2 $\varnothing 0,1$ мм и имеют каждая 4000 витков при сопротивлении ≈ 1000 Ом.

Индуктивность неподвижных катушек, соединенных последовательно, в собранном приборе составляет приблизительно 100 Гн при частоте 50 Гц.

Подвижная часть логометра с консолью и неподвижным сердечником показана на рис. 6.

Рамка 87 подвижной части логометра выполнена бескаркасной из медной проволоки ПЭЛ $\varnothing 0,05$ мм 600 витков и имеет сопротивление ≈ 450 Ом.

При помощи двух специальных бус с кернами (стальными полуосями) она установлена между двумя подпятниками 104 из агата, укрепленными в двух противолежащих на одной оси точках консоли 105. К той же консоли прикреплен сердечник рамки 101, служащий для создания равномерного радиального магнитного поля в зазоре, где перемещается рамка.

Напряжение к рамке подводится через две слабомоментные пружинки 106.

К рамке прикреплена стрелка 99.

Для придания необходимой жесткости стрелка сконструирована в виде прямоугольника, составленного из тонких трубок, соединенных со стрелкодержателями 109, укрепленными к верхней и нижней сторонам рамки 87. К нижней стороне стрелки прикреплен флажок 131.

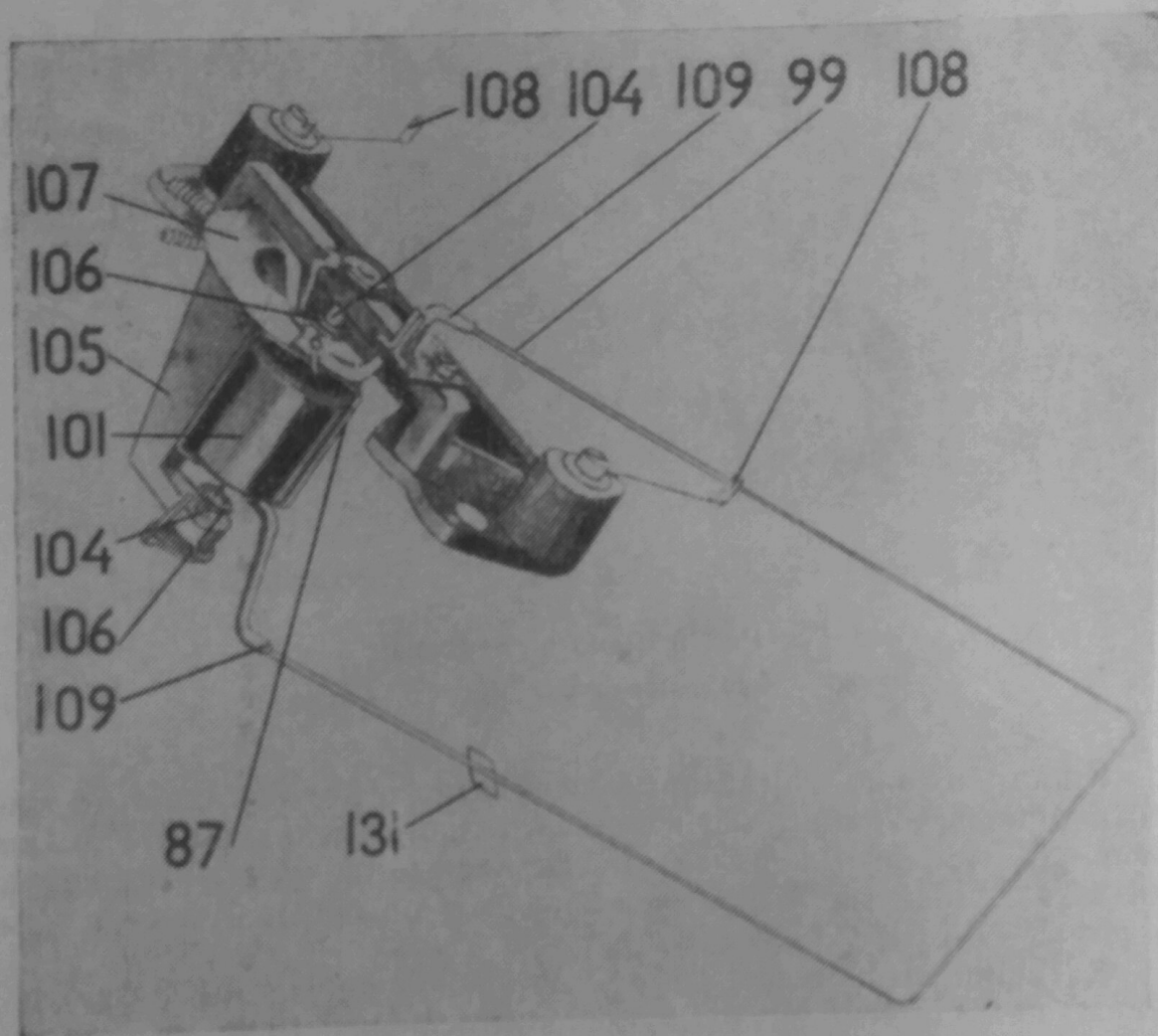


Рис. 6. Подвижная часть ферродинамического компенсационного логометра:
87 — рамка; 99 — стрелка; 101 — сердечник; 104 — подпятники; 105 — консоль;
106 — пружинки; 107 — сектор успокоителя; 108 — упоры; 109 — стрелкодержатели; 131 — флажок

На двух выступах консоли 105 установлены упоры 108, ограничивающие поворот подвижной части на определенный угол в пределах шкалы. Консоль с подвижной частью устанавливается на ярмо таким образом, чтобы ось вращения рамки находилась в центре радиального зазора между полюсами.

На верхней стороне рамки 87 в сторону, противоположную стрелке 99, расположен сектор электромагнитного успокоителя 107, выполненный из чистого алюминия и составляющий одно целое с верхним стрелкодержателем 109.

При вращении подвижной части сектор перемещается в сильном магнитном поле, созданном пятью парами цилиндрических постоянных магнитов 102 (рис. 4).

Магниты припаяны к двум стальным планкам (пять к нижней и пять к верхней). Схематически магниты расположены так, как это показано на рис. 7.

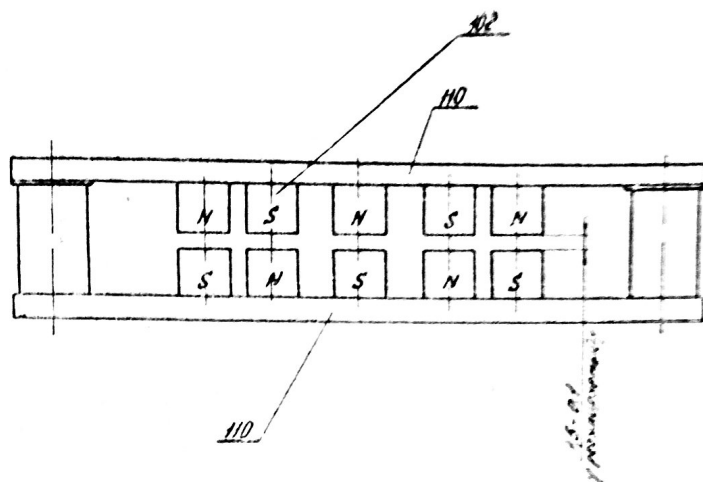


Рис. 7. Схема расположения магнитов успокоителя:

102 — магниты; 110 — стальные пластины; N — северные полюсы магнитов;
S — южные полюсы магнитов

При перемещении сектора 107 (рис. 6) в сильном магнитном поле постоянных магнитов в нем (секторе) индуктируются вихревые токи, тормозящие вращение подвижной части.

Таким образом, возникает успокаивающий момент, достаточно быстро приводящий подвижную часть в состояние равновесия.

Ярмо с подвижной частью укрепляется на плате 103 (рис. 4) с помощью трех винтов.

На плате 103 установлен дроссель 88. Сердечник дросселя набран из отдельных пластин толщиной 0,30 мм Ш-образной вырубкой с зазором 0,5 мм. Сечение сердечника 12×12 мм. Катушка дросселя имеет 2700 витков медной проволоки ПЭВ-2 Ø 0,18 мм, сопротивлением 150 Ом. Индуктивность дросселя 3,6 Гн. К трем лапам платы 103 крепятся подшкальник и циферблат 100, на который наносятся шесть шкал, соответствующих шести пределам измерения.

На плате 103 снизу установлены две ламповые панели с фотосопротивлениями 16, 19.

Плата 103 с помощью четырех колонок крепится к шасси.

На рис. 8 и 9 показано внутреннее устройство измерителя ТСФУ1.

В верхней части шасси 111 (рис. 8) установлен измерительный механизм логомера А, конденсаторы 113 и 114 резонансных пане-

лей 72—85 и параллельных цепей 62—71, сопротивления параллельных цепей 115 (51—59, 89), поляризованные реле 13, 14, 20, 23, электролитические конденсаторы 11, 25.

По краям шасси установлены две колодки 92, 93 из пресс-материала, в гнездах которых расположены по 6 шт. сигнализационных ламп СМ28-0,05-1 27 В 31—40, 42, 46.

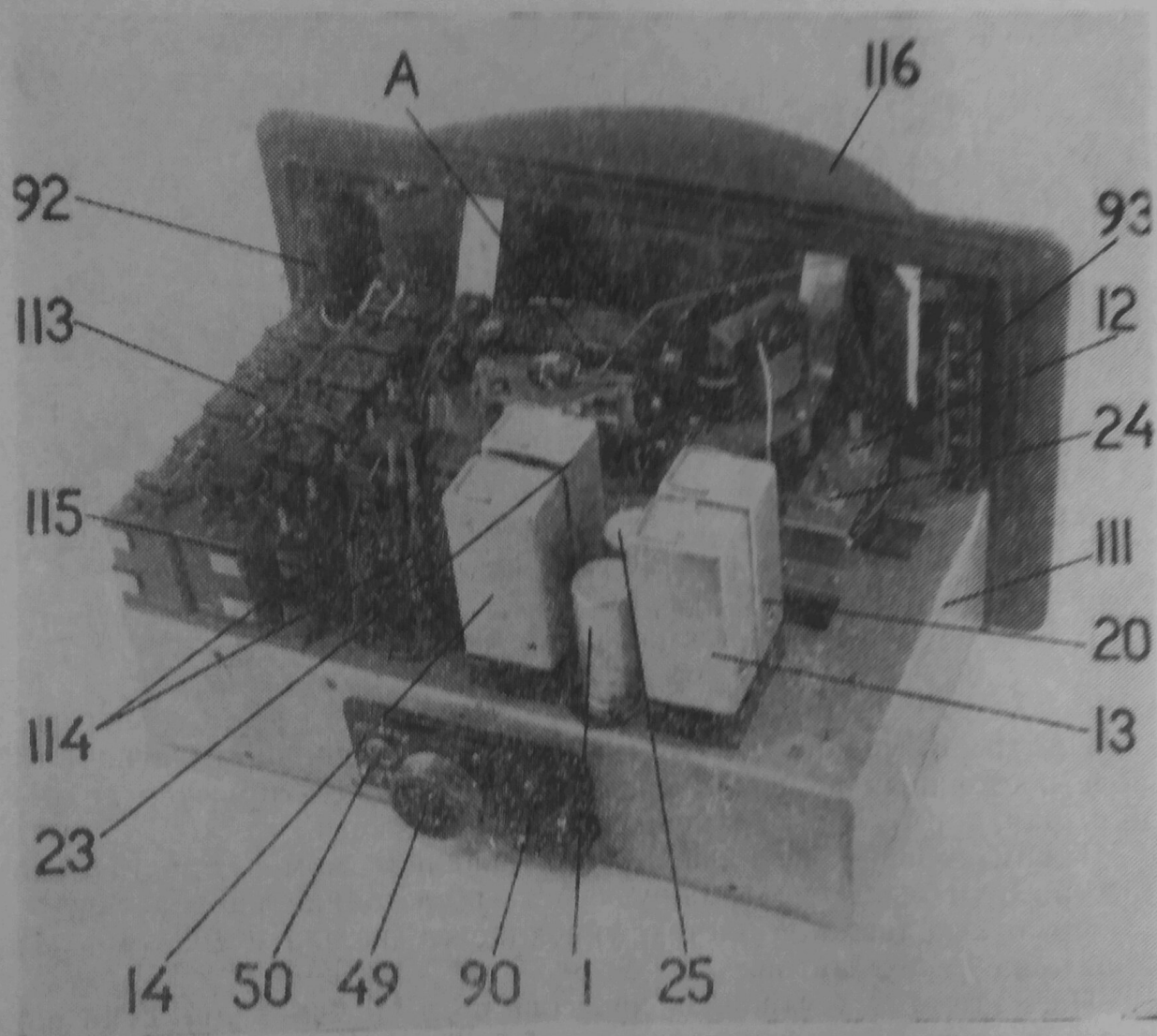


Рис. 8. Внутреннее устройство измерителя ТСФУ1 (вид шасси сверху):

A — измерительный механизм компенсационного логометра; 11, 25 — электролитические конденсаторы; 12, 24 — сопротивления регулируемые; 13, 14, 20, 23 — поляризованные реле; 49 — разъем; 50 — переключатель измерителя ИТЭ-1; 90 — переключатель трансформатора; 92, 93 — колодки; 111 — шасси; 113 — конденсаторы герметизированные КСГ-2; 114 — конденсаторы опрессованные КСО-8 и КСО-7; 115 — сопротивления параллельных цепей; 116 — корпус

На задней стороне шасси смонтирована эбонитовая плата с разъемом 49, переключателем 90 первичной обмотки трансформатора и переключателем ИТЭ-1 50.

На шасси снизу (рис. 9) в передней части расположен ручной переключатель 1. При нажатии кнопки 118 ручного переключателя перемещается подвижной контакт (нож), замыкающий одну или две пары неподвижных контактов 117. При этом замыкается цепь управления определенного участка схемы.

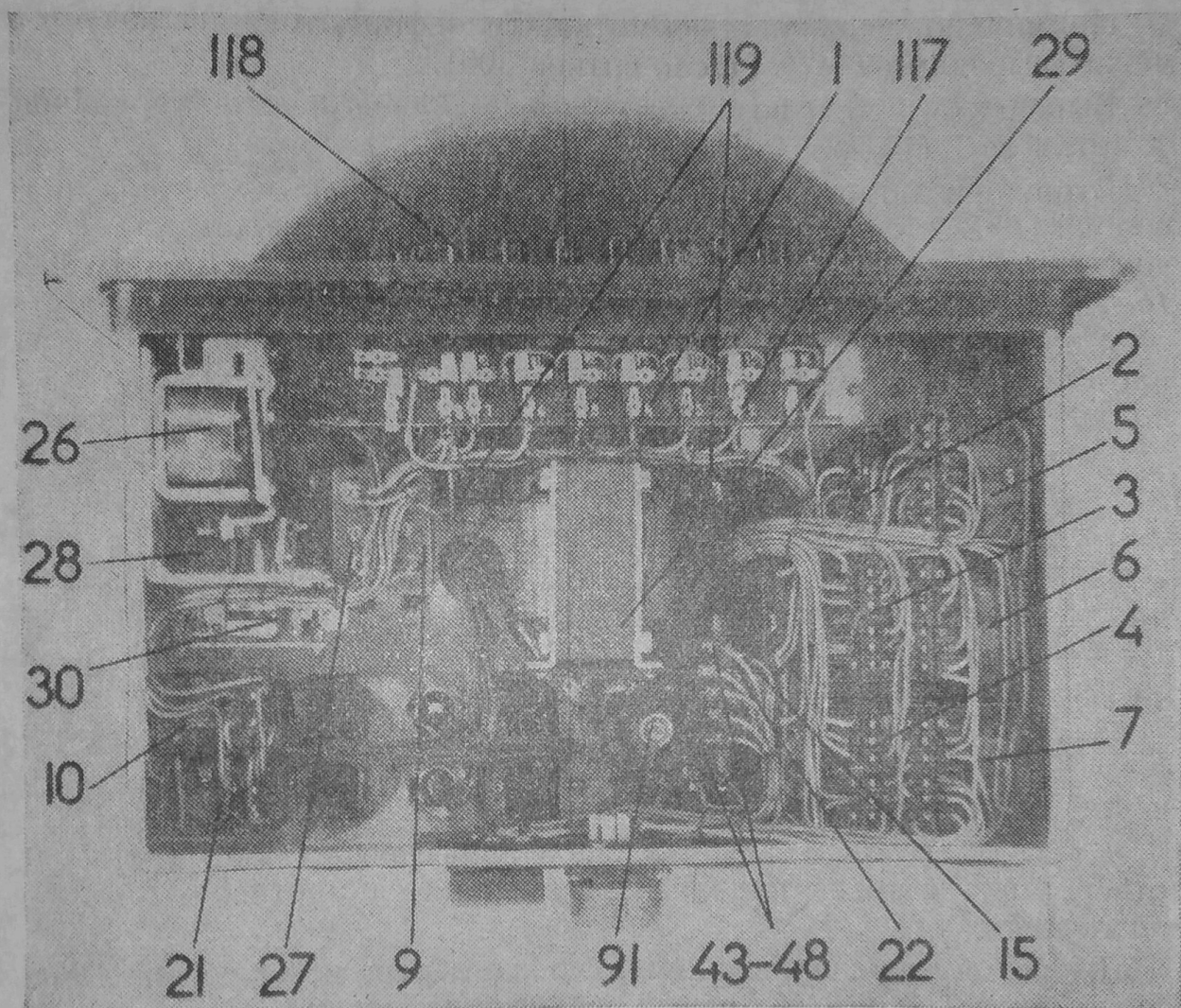


Рис. 9. Внутреннее устройство измерителя ТСФУ1 (вид шасси снизу):

1 — переключатель ручной; 2 — реле включения диапазона VI (ТКЕ53ПД); 3, 4, 5, 6, 7 — реле включения диапазонов V, IV, III, II, I (ТКЕ56ПД); 9, 27 — конденсаторы искрогасящие; 10, 21 — промежуточные реле; 15, 22 — сопротивления МЛТ; 26, 28 — электромагниты искателя; 29 — силовой трансформатор; 30 — кулачковый диск шагового переключателя с контактами; 43—48 — балластные сопротивления; 91 — сопротивление остеклованное; 117 — контакты переключателя; 118 — кнопка; 119 — стаканы с лампами фотосопротивлений

Подвижной контакт при этом арретируется (остается в нажатом состоянии).

После нажатия любой другой кнопки ранее нажатая кнопка освобождается и с помощью пружины возвращается в исходное положение,

Силовой трансформатор 29 собран на сердечнике из отдельных пластин электромагнитной стали III образной формы толщиной 0,30 мм. Сечение сердечника 19×29 мм.

Первичная обмотка трансформатора между выводами 1—18 имеет 450 витков медной проволоки ПЭВ 2 с 0,25 мм и по 50 витков между выводами 18—2, 2—19, 19—3, 3—1.

Нормально-первичная обмотка трансформатора выполняется между выводами 1—19 (число витков 500).

Выводы 18, 2, 3, 1 по возможности изменить число витков первичной обмотки на $\pm (10 \div 20) \%$.

Вторичная обмотка трансформатора выполнена из медной проволоки ПЭВ 2 с 0,2 мм с числом витков между выводами 5—11—900, 11—10—350, 10—6—750, 6—11—1000, 11—9—10000, 16—20—2000. Каждому пределу измерения тахометра соответствует свое значение коэффициента трансформации, выбранное из расчета обеспечения надежной работы измерителя ТСФМ1 на всех поддиапазонах.

В левом переднем углу шасси помещен шаговый искатель автоматического переключателя, состоящий из двух электромагнитов 26, 28 и двух кулачковых дисков с контактными парами 30.

Электромагниты 26, 28 поворачивают диски 30 с помощью хрипового привода в разные стороны.

В левом заднем углу расположены два промежуточных реле ТКБ5211Д 10, 21, контакты которых включают электромагниты шагового искателя и шунтируются искрозащитными конденсаторами 9, 27. В двух прессованных стаканах 119 помещены лампы, служащие для освещения фотосопротивлений.

Световой поток лампы попадает на фотосопротивление через отверстия в стакане и в плате, находящиеся против фотосопротивления.

В правой стороне шасси смонтированы реле переключения поддиапазонов 2, 3, 4, 5, 6, 7 шасси пределов измерения.

Балластные сопротивления 43, 44, 45, 46, 47 и 48, а также сопротивления 15, 22, шунтирующие фотосопротивления, сопротивления 12, 24, замедляющие реле 14 и 23, смонтированы на текстолитовой плате.

К передней стороне шасси прикреплен корпус 116. Корпус с лицевой стороны показан на рис. 10.

Передняя часть корпуса представляет собой камеру с радиальным застекленным вырезом по форме циферблата, выгнутого по радиусу движения стрелки. По бокам застекленного выреза корпуса расположены по шесть отверстий, через которые вставлены лампы 120, сигнализирующие включенный предел измерения. Цвет стекла каждой пары колпачков соответствует цвету, нанесенному по краю той шкалы, которую сигнализирует данная пара ламп.

Под радиальным выступом корпуса находятся два колпачка ламп 121, освещающих фотосопротивления.

Через стекла колпачков 121 представляется возможным следить за работой ламп фотосопротивлений. Ниже расположены восемь кнопок ручного переключателя 112 и циферблат переключателя 122, на котором указано назначение каждой кнопки.

Цвета на циферблате переключателя под кнопками соответствуют цветам, присвоенным этим поддиапазонам.

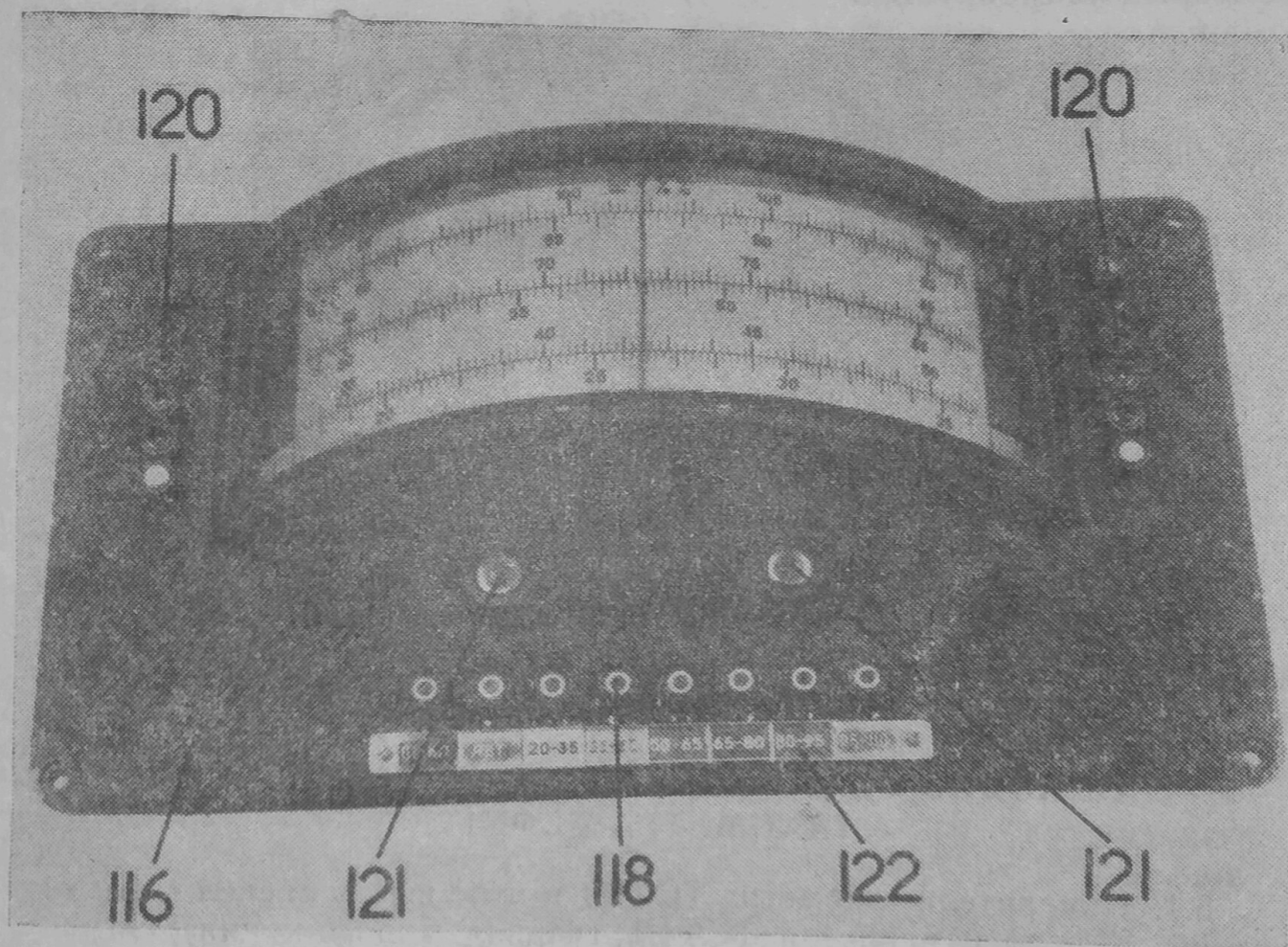


Рис. 10. Корпус измерителя ТСФУ1:

116 — корпус; 118 — кнопки ручного переключателя; 120 — сигнализационные лампы с колпачками; 121 — колпачки ламп фотосопротивлений; 122 — циферблат

Цвета чередуются в следующей последовательности (снизу вверх): 1 — белый, 2 — желтый, 3 — синий, 4 — зеленый, 5 — красный, 6 — голубой.

Каждому пределу измерения соответствует, таким образом, один и тот же цвет на циферблате измерителя, на колпачках сигнализационных ламп и на циферблате ручного переключателя.

Определение включенного предела измерения в значительной степени облегчается тем, что каждая пара сигнализационных ламп расположена на уровне своей шкалы на циферблате.

Измеритель защищен кожухом 123 (рис. 11).

В задней стороне кожуха имеется прямоугольный вырез для эбонитовой платы 126 с разъемом для соединения измерителя ТСФУ1 с внешней схемой.

Переключатель 90 трансформатора защищен крышкой 125, прикрепленной двумя винтами к плате 126.

Кожух 123 крепится к шасси с помощью шести винтов, один из которых пломбируется.

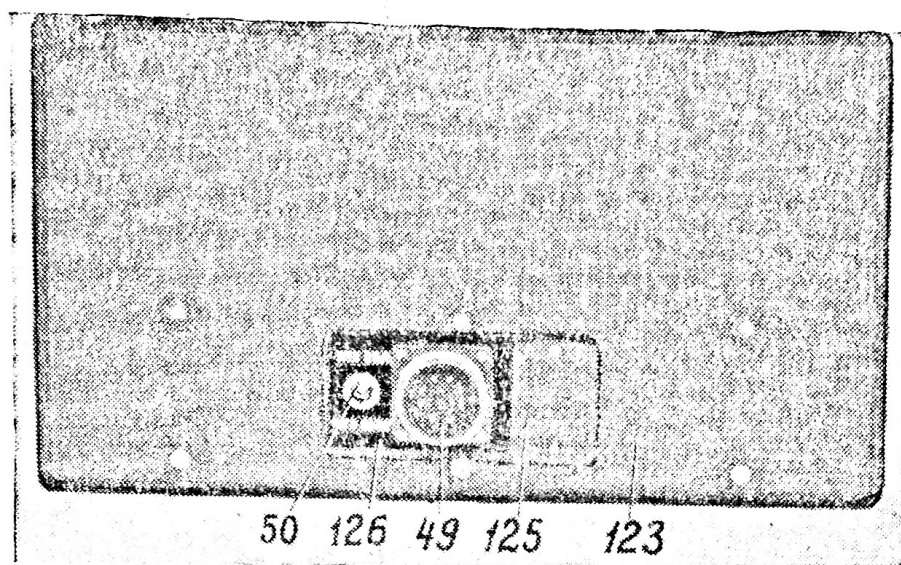


Рис. 11. Кожух измерителя ТСФУ1 (вид сзади):

49 — разъем; 50 — переключатель измерителя ИТЭ-1; 123 — кожух; 125 — крышка переключателя трансформатора; 126 — плата

5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТАХОМЕТРА ТСФУ1

5.1. Измерители тахометра ТСФУ1 имеют шесть пределов измерений. Шкалы измерителя ТСФУ1 (первая модификация) отградуированы в процентах от номинальной скорости вращения вала 2500 об/мин при передаточном числе $K=1:1$.

При этом пределы измерений имеют следующие значения:

20— 35%, что соответствует 500— 875 об/мин.

35— 50%, что соответствует 875—1250 об/мин.

50— 65%, что соответствует 1250—1625 об/мин.

65— 80%, что соответствует 1625—2000 об/мин.

80— 95%, что соответствует 2000—2375 об/мин.

95—110%, что соответствует 2375—2750 об/мин.

Шкалы расположены на циферблате снизу вверх в порядке вышеприведенных номеров.

Цена деления шкалы 0,2%.

Пределы измерения тахометра могут быть изменены с помощью редуктора. Если, например, применить редуктор с передаточным числом $K=1:2$, то диапазон измеряемых оборотов будет соответствовать 1000—5500 об/мин, если $K=1:4$, то пределы измерений изменятся до значения 2000—11 000 об/мин и т. д.

В отдельных случаях по требованию заказчика шкалы измерителя ТСФУ1 могут быть отградуированы непосредственно в оборотах в минуту.

При этом пределы измерений тахометра должны соответствовать приведенным выше значениям или быть кратны им.

5.2. Шифру тахометра, отградуированному в оборотах в минуту, присваивается число, отличающее его от основной модификации ТСФУ1.

Например, тахометр ТСФУ1-2 имеет шесть шкал, отградуированных в об/мин, при передаточном числе 1 : 2 и охватывает диапазон измерения от 1000 до 55 000 об/мин.

Тахометр ТСФУ1-3 охватывает диапазон измерения от 1500 до 8250 об/мин при передаточном числе 1 : 3 и т. д.

5.3. Основная погрешность тахометра (в нормальных условиях) с измерителем ТСФУ1 не превышает $\pm 0,2\%$ от максимального значения верхнего поддиапазона.

Нормальными условиями считаются:

температура окружающего воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$;

нормальное рабочее положение прибора, соответствующее вертикальному положению циферблата прибора;

влажность воздуха 30—80%;

включение измерителя ТСФУ1 с датчиком ДТЭ и измерителем ИТЭ-1, номера которых указаны в паспорте измерителя ТСФУ1.

Примечание. При замене измерителя ИТЭ-1 или датчика ДТЭ-2 делается соответствующая отметка в паспорте на ТСФУ1.

5.4. Измеритель тахометра ТСФУ1 надежно работает в диапазоне температур от 0 до 45°C .

5.5. Погрешность тахометра при температуре окружающего воздуха 0°C не превышает $\pm 0,4\%$, а при температуре 45°C не превышает $\pm 0,45\%$.

5.6. Погрешность тахометра при отклонении измерителя ТСФУ1 на 5° в любом направлении от нормального не превышает $\pm 0,3\%$.

5.7. Все элементы комплекта тахометра ТСФУ1 взаимозаменяемы при условии подрегулировки измерителя ТСФУ1 в соответствии с разд. 6.

5.8. Тахометр ТСФУ1 работает как в комплекте с измерителем ИТЭ-1, так и без него. В последнем случае при необходимости допускается подрегулировка измерителя ТСФУ1 в соответствии с разд. 6.

5.9. Цени автоматического переключателя и сигнализации надежно работают при напряжении источника питания постоянного тока $27 \pm 1,5\text{ В}$.

5.10. Время успокоения стрелки тахометра не превышает 5 с.

5.11. Время, необходимое для переключения всех шести пределов измерения автоматическим переключателем, не превышает 9 с при напряжении источника питания 27 В.

6. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТАХОМЕТРА ТСФУ1

Измерители тахометров ТСФУ1 монтируются в соответствии с установочными размерами, приведенными на рис. 12, и включаются в соответствии со схемой соединений комплекта рис. 13.

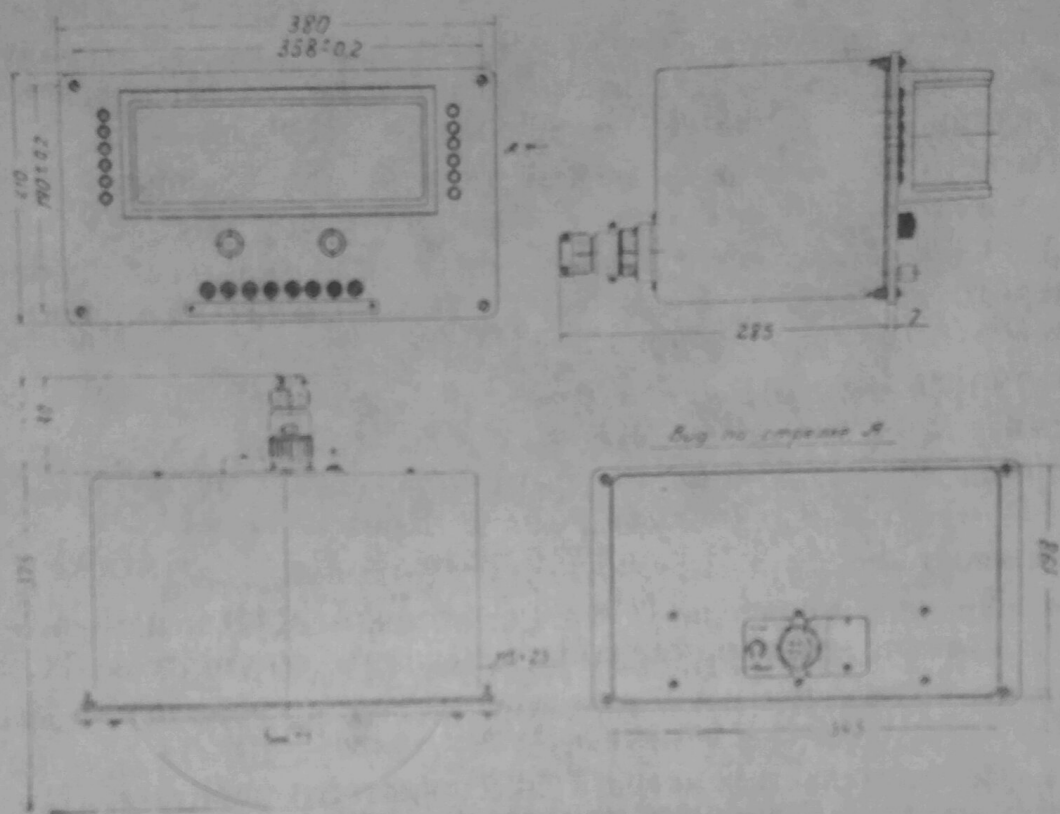


Рис. 12. Габаритные и установочные размеры измерителя ТСФУ1

Датчик ДТЭ-2 и измерители ИТЭ-1 монтируются в соответствии с установочными размерами, приведенными в документации на эти приборы.

Конструкция корпуса измерителя ТСФУ1 рассчитана для утопленного монтажа на приборном щите.

Корпус измерителя крепится к щиту при помощи четырех винтов.

Датчик ДТЭ-2 и измерители ИТЭ-1 подключаются к измерителю ТСФУ1 при помощи соединительных проводов с трехконтактными разъемами со стороны измерителя ИТЭ-1 и датчика ДТЭ-2.

Сечение соединительных проводов должно быть выбрано таким, чтобы сопротивление пары проводов при заданной длине не превышало 3 Ом.

Например, при расстоянии между измерителем ТСФУ1 и датчиком ДТЭ-2 50 м сечение соединительных проводов должно быть не менее 0,75 мм².

К зажимам ± 27 В подключается источник питания постоянного тока $27 \pm 1,5$ В при строгом соблюдении полярности. Плюс источника питания 27 В подводится к контакту 10; минус — к контакту 9 разъема (рис. 13).

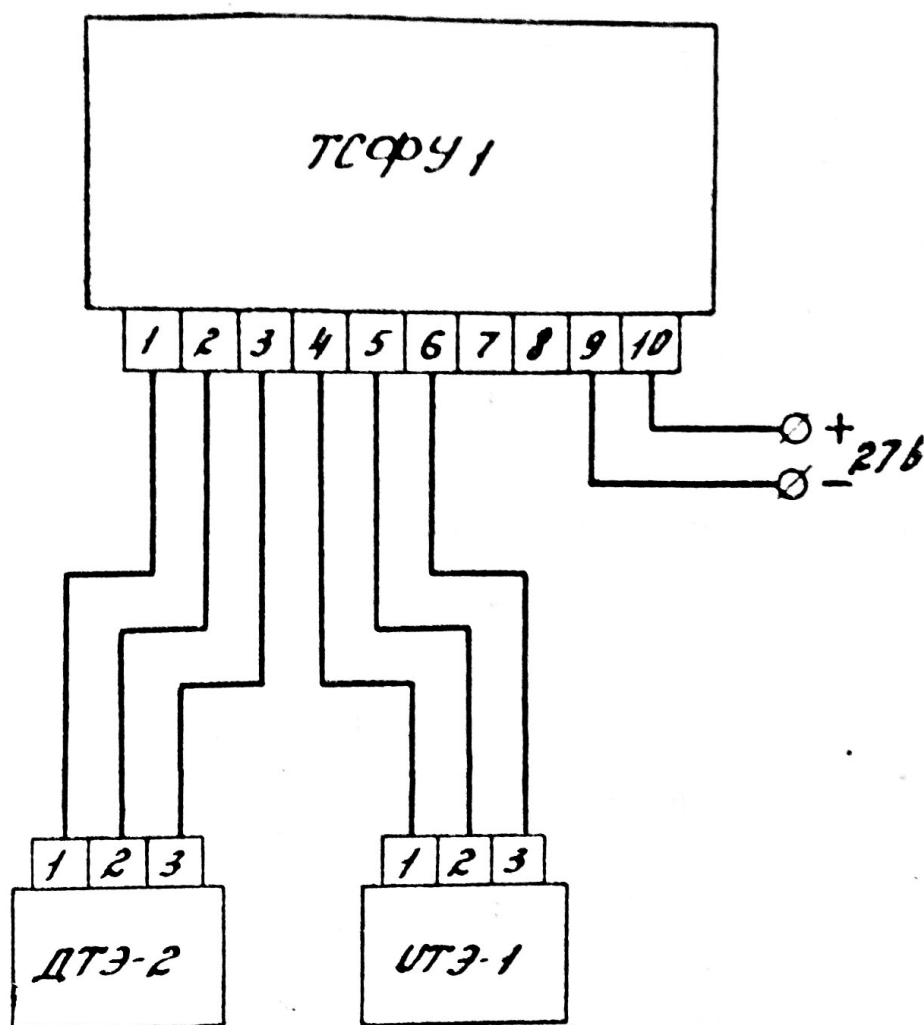


Рис. 13. Схема соединений комплекта

Сечение соединительных проводов цепи постоянного тока должно быть меньше $1,5 \text{ мм}^2$. Длина этих проводов не ограничивается.

Однако следует иметь в виду, что для обеспечения надежной работы автоматического переключателя напряжение непосредственно на контактах 9 и 10 должно поддерживаться близким к 27 В с отклонением не более чем на $\pm 1,5$ В.

Нормально измеритель ТСФУ1 работает параллельно с измерителем ИТЭ-1 от одного датчика ДТЭ-2.

Номера ИТЭ-1 и ДТЭ-2 указаны в паспорте измерителя ТСФУ1.

До монтажа переключатель измерителя ИТЭ-1 50 (рис. 11) должен быть установлен в положение «ИТЭ включ.».

Перед пуском двигателя при работе на автоматическом переключателе нажимают кнопку ручного переключателя, обозначенную АВТОМ. (рис. 10).

При этом должны включиться лампы фотосопротивлений и сигнализационные лампы первого поддиапазона (первые снизу), что может быть замечено через стекла колпачков 121 и 120 (белый сигнал).

Если автоматический переключатель при включении кнопки АВТОМ. находится не на первом поддиапазоне, то шаговый искатель вступит в работу и установит переключатель на первый поддиапазон. После пуска двигателя сначала начинает работать измеритель ИТЭ-1.

Когда угловая скорость вала двигателя достигнет 20% от номинального значения, вступает в работу измеритель ТСФУ1. Отсчет следует производить по первой шкале снизу. По мере нарастания скорости стрелка измерителя ТСФУ1 будет перемещаться к правой крайней отметке шкалы и при скорости, равной 36%, остановится против правого фотосопротивления.

При этом автоматически включится второй поддиапазон, включатся лампы второго поддиапазона (желтый сигнал), а стрелка остановится против отметки 36% на второй шкале. Так как вторая шкала начинается с 34%, то стрелка не будет перекрывать левое фотосопротивление, и второй поддиапазон останется включенным. Отсчет следует производить по второй шкале. При дальнейшем нарастании скорости переключение пределов измерения будет автоматически происходить в той же последовательности, причем каждый раз отсчет следует производить по той шкале, на уровне которой светятся колпачки сигнализационных ламп.

При снижении скорости переключение поддиапазонов происходит в обратном порядке.

После переключения стрелка останавливается всегда вне района затемнения фотосопротивления, что достигается за счет смещения на 1% начала каждой шкалы относительно конца предыдущей и конца каждой шкалы от начала последующей. При кратковременном забросе стрелки после переключения в район затемнения (к упору) фотореле не успевает сработать благодаря замедлению срабатывания автоматического переключателя на 1,0—1,5 с.

При работе на ручном переключателе пределы измерений включаются при нажатии соответствующих кнопок ручного переключателя. Автоматический переключатель в этом случае выключается и выключает лампы 121.

Переход с автоматического переключателя на ручной и обратно может производиться из любого положения.

Если в процессе эксплуатации вышел из строя датчик ДТЭ-2 или измеритель ИТЭ-1, то они могут быть заменены другим датчиком или измерителем того же типа. После замены необходимо проверить новый комплект тахометра с измерителем ТСФУ1 на точность показаний.

Проверка может быть произведена методом сравнения показаний тахометра ТСФУ1 с показаниями контрольной тахометрической установки, погрешность которой не превышает $\pm 0,5\%$.

Если окажется, что основная погрешность тахометра ТСФУ1 не удовлетворяет требованиям технических условий, необходимо произвести регулировку измерителя ТСФУ1 следующим образом:

1) снять крышку 125 (рис. 11) переключателя трансформатора, отвернув два винта;

2) включить тахометр на верхний поддиапазон (95—110%), установить на контрольной тахометрической установке 2750 об/мин, что соответствует 110% на шкале тахометра ТСФУ1.

Вынуть вилок 8 (рис. 14) и, вставляя ее поочередно в гнезда 0—1, 0—2, 0—4, 0—5, найти такое положение вилки, при котором основная погрешность тахометра ТСФУ1 была бы наименьшей и находилась в пределах требований технических условий, после чего крышку 125 закрыть и опломбировать печатью лаборатории, производившей проверку.

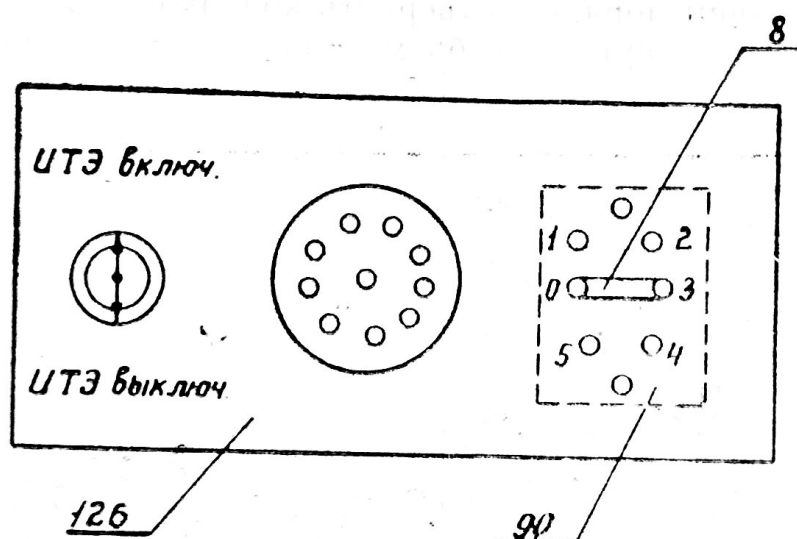


Рис. 14. Плата с переключателем трансформатора:

8 — вилок переключателя; 90 — переключатель; 126 — плата

Если измеритель ИТЭ-1 отсутствует, то предусматривается возможность работы тахометра только с одним измерителем ТСФУ1. В этом случае необходимо обязательно перевести переключатель измерителя ИТЭ-1 50 (рис. 11) в положение «ИТЭ выключ.», после чего должна быть проверена погрешность комплекта. При необходимости допускается регулировка измерителя ТСФУ1 способом, изложенным выше.

Не допускается работа измерителя ТСФУ1 без измерителя ИТЭ-1, без предварительной установки переключателя 50 (рис. 11) в положение «ИТЭ выключ.».

Периодическую проверку тахометров ТСФУ1 следует производить не реже, чем через 250 часов работы комплекта.

Если после очередной проверки погрешность тахометра окажется больше допустимой по техническим условиям, следует произвести регулировку измерителя ТСФУ1 способом, изложенным выше.

Сигнализация включенного предела измерения осуществляется лампами СМ28-0,05-1.

В случае выхода из строя лампы необходимо ее заменить, для чего следует слегка нажать, повернуть влево и вынуть на себя колпачок 120 (рис. 10) вместе с лампой. Затем вынуть лампу из колпачка, вставить в колпачок новую лампу и вставить обратно колпачок.

Освещение фотосопротивлений осуществляется также лампами СМ28-0,05-1.

При выходе из строя лампы замену ее новой лампой производите в следующем порядке: отвернуть колпачок 121 (рис. 10), повернуть влево и вынуть на себя металлическую втулку (рис. 15).

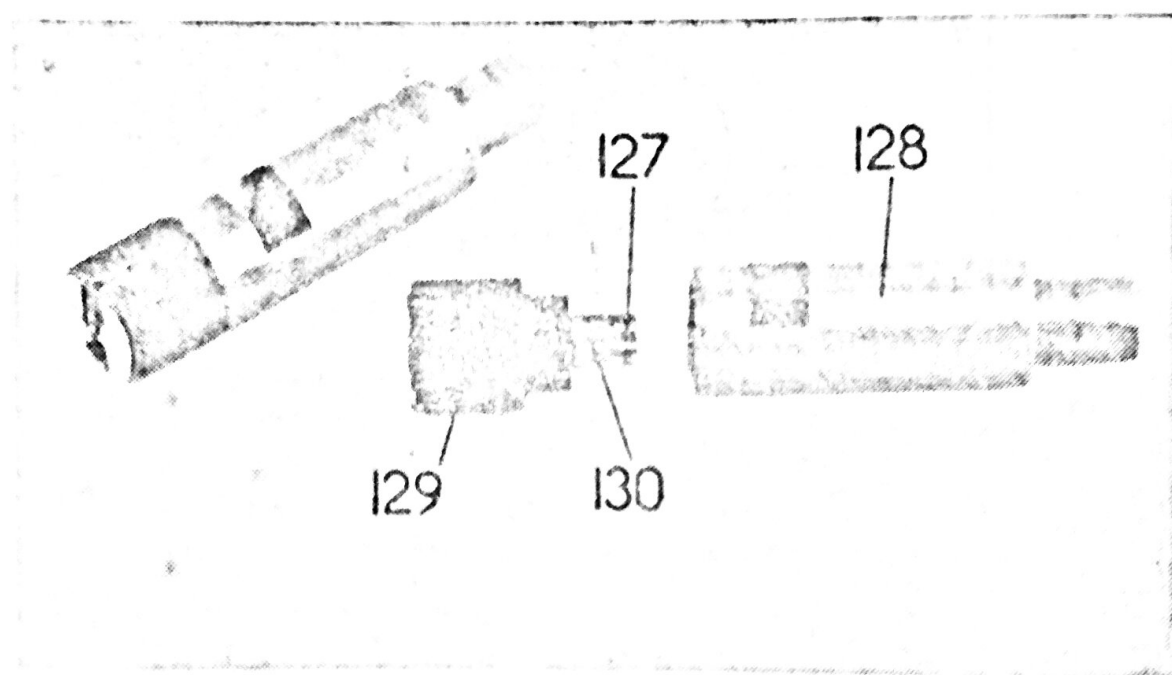


Рис. 15. Втулка с лампой фотосопротивления:
127 — отражатель; 128 — втулка; 129 — патрон; 130 — лампа

Отвернуть патрон 129, слегка нажав и повернув влево отражатель 127, вынуть его вместе с лампой 130 из патрона.

Вставить в отражатель новую лампу, собрать патрон с лампой, отражателем и втулкой, установить втулку на место и завернуть колпачок. При сборке необходимо следить за тем, чтобы лампа установилась против отверстия во втулке.

7. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ, ИХ ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ

№ п/п	Неисправности	Возможные причины	Способ устранения
1	Стрелка измерителя ТСФУ1 не отклоняется на всех поддиапазонах при угловой скорости датчика больше 2750 об/мин	а) Обрыв или короткое замыкание в соединительных проводах между генератором и измерителем ТСФУ1 б) Нарушение контакта в разъемах	а) Проверить проводку и устранить обрыв или замыкание проводов б) Тщательно проверить все соединения
2	Не включаются сигнализационные лампы и лампы фотосопротивлений (при включении кнопки «автом.»)	Нет напряжения постоянного тока 27 В	Проверить с помощью вольтметра постоянного тока наличие напряжения и подключить его
3	При включенной кнопке «автом.» автоматический переключатель не работает	а) Неправильно подключена полярность источника постоянного тока б) Мало напряжение постоянного тока	а) Поменять местами провода «+» и «—» на зажимах 27 В б) Проверить значение напряжения постоянного тока с помощью вольтметра и отрегулировать его в пределах 25,5—28,5
4	Не включаются сигнализационные лампы какого-либо предела измерения	Вышла из строя одна или обе лампы	Произвести замену ламп способом, указанным в разд. 6
5	Не включается одна из ламп фотосопротивлений	Вышла из строя лампа фотосопротивления	Произвести замену лампы фотосопротивления способом, указанным в разд. 6
6	Попрежность измерителя ТСФУ1 больше допустимой по ТУ	Изменилось напряжение датчика или изменились параметры схемы измерителя ТСФУ1	Произвести регулировку измерителя ТСФУ1 в соответствии с разд. 6 описания

Неисправности измерителя ИТЭ-1 и датчика ДТЭ-2 обнаруживаются в соответствии с указаниями, изложенными в документации на эти приборы.

В случае обнаружения в процессе эксплуатации тахометра каких-либо иных неисправностей, комплект должен быть снят с эксплуатации.

8. ХРАНЕНИЕ ТАХОМЕТРОВ ТСФУ1

Тахометры ТСФУ1 следует хранить на стеллажах в сухом вентилируемом помещении при температуре от 10 до 35°C при относительной влажности воздуха 30—80% и при отсутствии коррозионной среды, тряски и вибрации.

Тахометры рекомендуется хранить в упаковке поставщика. Ставить приборы один на другой недопустимо.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	3
2. Комплектность	3
3. Принцип действия тахометра ТСФУ1	4
4. Описание конструкции измерителя тахометра ТСФУ1	13
5. Основные технические характеристики тахометра ТСФУ1	22
6. Указания по монтажу и эксплуатации тахометра ТСФУ1	24
7. Возможные неисправности, их причины и способы устранения	29
8. Хранение тахометров ТСФУ1	29