

Инструкция разработана Всесоюзным научно-исследовательским институтом Комитета стандартов, мер и измерительных приборов взамен инструкции 188—54; утверждена Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров Союза ССР 8 июля 1960 г. и введена в действие 1 ноября 1960 г.

## ИНСТРУКЦИЯ 188—60

### ПО ПОВЕРКЕ ОММЕТРОВ И ФАРАДМЕТРОВ

1. Инструкция устанавливает средства и методы поверки омметров и фарадметров вновь изготовленных\*, выпускаемых из ремонта и находящихся в обращении.

К указанным приборам относятся микроомметры, миллиомметры, омметры, килоомметры, мегомметры, гигаомметры и тераомметры, предназначенные для измерения электрического сопротивления на постоянном токе, сопротивления растеканию тока от заземлителей (на переменном токе), а также микрофарадметры, предназначенные для измерения электрической емкости на переменном токе частоты 50 гц.

Инструкция не распространяется на мосты и приборы специального назначения.

Соблюдение инструкции обязательно для всех организаций, проводящих поверку омметров и фарадметров.

### 1. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОММЕТРОВ И ФАРАДМЕТРОВ

#### А. Омметры

2. Омметры делятся на следующие группы:

- а) омметры магнитоэлектрической системы, имеющие измерительный механизм с механическим противодействующим моментом;
- б) омметры магнитоэлектрической системы, имеющие логотрический измерительный механизм (построенные по принципу моста амперметра — вольтметра);

\* Поверка вновь изготовленных омметров и фарадметров (при выпуске их из производства) может проводиться с разрешения Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР также и другими методами, отличными от описанных в настоящей инструкции.

в) омметры электронной системы, имеющие на выходе электронной схемы магнитоэлектрический измерительный механизм с механическим противодействующим моментом;

г) омметры, построенные по принципу неуравновешенного моста;

д) омметры, построенные по компенсационному принципу.

По схеме присоединения измеряемого сопротивления приборы групп а, б и в делятся на омметры с последовательной схемой и омметры с параллельной схемой.

Омметры групп а и г обычно имеют встроенный источник питания (сухую батарею).

Омметры группы б в основном представляют собой мегомметры с питанием от встроенного генератора с приводом его от руки.

Омметры группы в в основном представляют собой мегомметры, гигаомметры и тераомметры и питаются либо от сети переменного тока, либо от встроенных батарей.

3. По диапазону показаний омметры делятся на приборы, шкалы которых имеют нулевую отметку, называемые для краткости приборы с нулевой шкалой, и на приборы, шкалы которых не имеют нулевой отметки, называемые для краткости приборы с безнулевой шкалой.

Омметры с нулевой шкалой обычно имеют начальную отметку шкалы 0 и конечную отметку  $\infty$ . Такие приборы имеют рабочую часть шкалы\*, ограниченную либо с двух сторон, либо только со стороны больших значений измеряемого сопротивления (со стороны отметки  $\infty$ ).

Омметры групп а, б и в с безнулевой шкалой обычно имеют начальную отметку шкалы, отличную от 0, и конечную отметку  $\infty$ . Рабочая часть шкалы таких приборов ограничена только со стороны отметки  $\infty$ . Омметры группы г обычно имеют безнулевую шкалу с конечной отметкой, соответствующей наибольшему значению измеряемого сопротивления (отличного от  $\infty$ ); вся шкала является рабочей.

4. Принципиальные схемы омметров группы а с последовательным соединением измеряемого сопротивления представлены на рис. 1.

Эти схемы используются преимущественно при измерении больших сопротивлений.

Омметр с последовательной схемой представляет собой измеритель с добавочным сопротивлением, последовательно с которым включается измеряемое сопротивление.

При замыкании ключа К измеритель работает, как амперметр, и дает отклонение, определяемое напряжением батареи питания и сопротивлением в его цепи. Путем соответствующей регулировки

\* Рабочей частью шкалы считается участок шкалы, в пределах которого нормируются погрешности показаний прибора. В соответствии с требованиями стандартов, рабочая часть шкалы отмечается либо точками у начальной и конечной отметок, либо дугами (вне рабочей части шкалы дуги не наносятся).

(например, магнитным или электрическим шунтом измерителя) стрелку устанавливают на контрольную отметку шкалы (отметку 0) в случае нулевой шкалы — рис. 1а или отметку, соответствующую  $r_{x \min} = r_0$  в случае безнулевой шкалы — рис. 1б).

При размыкании ключа  $K$  и замыкании  $K_1$  последовательно с измерителем вводится измеряемое сопротивление, вследствие чего уменьшается сила тока, проходящего по обмотке измерителя. Происшедшее при этом отклонение стрелки прибора от контрольной отметки (уменьшение показаний прибора, как амперметра) будет тем больше, чем больше измеряемое сопротивление. Шкала прибора градуируется непосредственно в единицах сопротивления (омах или килоомах); в многопредельных приборах обычно отсчет по шкале умножается на множитель, указанный около зажимов или переключателя диапазонов измерения.

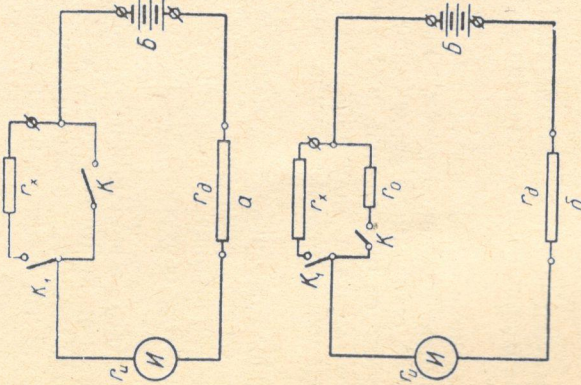


Рис. 1  
 $M$  — измеритель;  $B$  — батарея питания;  $r_x$  — измеряемое сопротивление;  $r_u$  — сопротивление измерителя;  $r_d$  — добавочное сопротивление;  $r_0$  — контрольное сопротивление;  $K, K_1$  — ключи

5. Принципиальные схемы омметров группы  $a$  с параллельным соединением измеряемого сопротивления представлены на рис. 2. Эти схемы используются преимущественно при измерении малых сопротивлений.

Омметр с параллельной схемой представляет собой измеритель, параллельно которому включается измеряемое сопротивление, а последовательно с батареей питания включено добавочное сопротивление. При замыкании ключей  $K$  и  $K_2$  путем соответствующей регулировки стрелку устанавливают на контрольную отметку шкалы (отметку  $\infty$  — рис. 2а или отметку, соответствующую  $r_{x \max} = r_0$  —

рис. 2б). При размыкании ключа  $K_2$  и замыкании ключа  $K_1$  стрелка отклоняется в сторону нулевой отметки, причем это отклонение будет тем больше, чем меньше измеряемое сопротивление. Отсчет значения измеряемого сопротивления производится по шкале при-

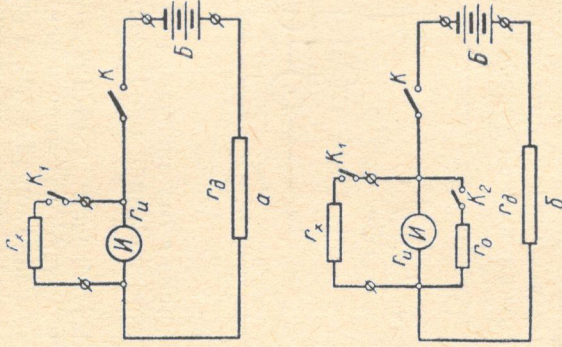


Рис. 2

бора, градуированной непосредственно в единицах сопротивления; в многопредельных приборах отсчет по шкале умножается на множитель, соответствующий установленному диапазону измерения.

6. Показания приборов, схемы которых приведены выше, зависят от напряжения источника питания, в силу чего во время работы необходимо следить за его постоянством.

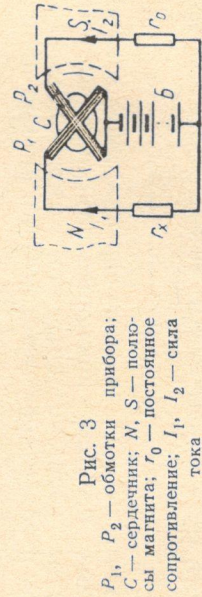


Рис. 3  
 $P_1, P_2$  — обмотки прибора;  $C$  — сердечник;  $N, S$  — полюсы магнита;  $r_0$  — постоянное сопротивление;  $I_1, I_2$  — сила тока

7. Схема устройства измерительного механизма и включения омметра с применением магнитоэлектрического логометра представлена на рис. 3.

Измеритель имеет две обмотки, жестко скрепленные друг с другом и вращающиеся в неравномерном постоянном магнитном поле.

Сила тока  $I_1$  в одной из обмоток зависит от измеряемого сопротивления, а в другой  $I_2$  не зависит от него. Направление токов в обеих обмотках таково, что создаваемые ими моменты вращения направлены в противоположные стороны.

Угол поворота подвижной части прибора, а следовательно, и жестко скрепленной с ней стрелки определяется отношением сил токов  $I_1$  и  $I_2$  в обмотках и является функцией измеряемого сопротивления. Прибор градуируется непосредственно в единицах сопротивления.

Показания подобного рода приборов обычно не зависят от напряжения питания при изменении его в сравнительно широких пределах (на  $\pm 20\%$ ).

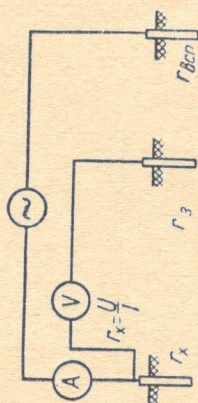


Рис. 4

8. На рис. 4 представлена принципиальная схема измерения сопротивления по методу амперметра — вольтметра. Эта схема используется в основном для измерения сопротивления растеканию тока заземления  $r_x$  в измерителях заземления, работающих на переменном токе. При этом применяются вспомогательное заземление, имеющее сопротивление  $r_{всп}$ , для создания контура, обтекаемого током, и потенциальный электрод (зонд), имеющий сопротивление (в земле)  $r_3$ .

Обычно измерители заземления, построенные по схеме рис. 4, имеют логометрический измерительный механизм, отклонение подвижной части которого зависит от отношения токов в обмотках, включенных в схему, как вольтметр  $V$  и амперметр  $A$ , т. е. зависит от  $r_x$ .

9. На принципе метода амперметра — вольтметра и использованием магнитоэлектрического логометра построен также микроомметр, схема измерения сопротивления которым показана на рис. 5. Измеряемое сопротивление включается по четырехзакимной схеме\*.

\* При измерении сопротивлений по четырехзакимной схеме методом амперметра — вольтметра при помощи логометра сопротивление соединительных «токовых» проводов принципиально не должно влиять на результат измерения. Однако вследствие того, что при заданном напряжении питания схемы прибора сила тока в маломощном измеряемом сопротивлении зависит от значения сопротивления проводов в «токовой» цепи, а показания логометрического измерителя фактически зависят от силы тока в обмотках рамок, сопротивление соединительных проводов в «токовой» цепи (подключенных к зажимам  $T$ ) влияет на результат измерения.

Сила тока в обмотке  $P_m$  пропорциональна силе тока в измеряемом сопротивлении  $r_x$  сила тока в обмотке  $P_6$  пропорциональна падению напряжения между потенциальными зажимами  $\Pi$  на измеряемом сопротивлении. Поэтому отклонение подвижной части логометрического измерительного механизма зависит от значения  $r_x$ .

10. В омметрах электронной системы, предназначенных для измерения весьма больших сопротивлений — до сотен тераом, т. е. порядка  $10^{14}$  ом — по измеряемому сопротивлению протекает ток порядка  $10^{-11}$  а. Вследствие этого возникает необходимость в изме-

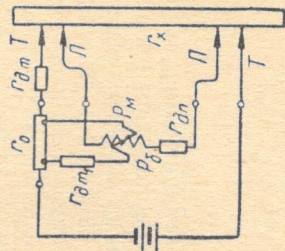


Рис. 5  
 $P_6$ ,  $P_m$  — обмотки измерителя прибора;  $T$ ,  $\Pi$  — токовые и потенциальные зажимы (шупы);  $r_0$  — шунт;  $r_{д.л.}$ ,  $r_{д.л.}$  — добавочные сопротивления

рителе с высокой чувствительностью по току. В качестве такового используется электронный вольтметр постоянного тока с высокоомным шунтом на входе, через который протекает измеряемый ток. Принципиальные схемы таких приборов представлены на рис. 6.

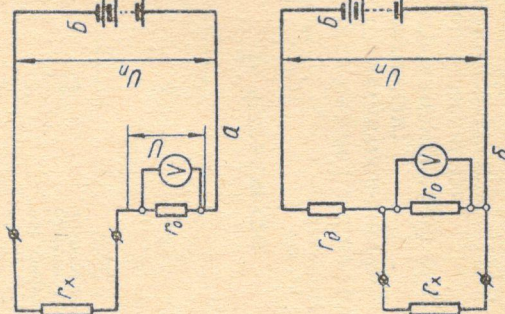


Рис. 6

Напряжение  $U$  на образцовом сопротивлении  $r_0$ , измеряемое вольтметром  $V$ , зависит от значения измеряемого сопротивления и пропорционально напряжению питания  $U_n$ . Поэтому такие приборы будут давать правильные показания либо при стабильности напряжения  $U_n$ , либо при стабильности отношения  $U_n$  к  $U_n$  (где  $U_n$  — напряжение, соответствующее полному отклонению вольтметра  $V$ ); в последнем случае вольтметр прибора имеет регулировку чувствительности.

11. На рис. 7 представлена принципиальная схема омметра, построенного по компенсационному принципу. Такая схема также в основном применяется в измерителях заземления, работающих на переменном токе, что позволяет иметь только один источник питания — генератор переменного тока  $G$  и питать цепь компенсации через измерительный трансформатор —  $Tr$ . Момент компенсации наступает при таком положении движка на реохорде  $r_p$ , при котором падение напряжения на участке реохорда до движка равно падению напряжения на измеряемом сопротивлении  $r_x$ ; этот момент отмечается по нулевому индикатору  $НИ$ .

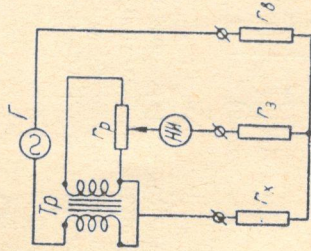


Рис. 7

$G$  — генератор;  $Tr$  — трансформатор;  $r_p$  — реохорд;  $r_0$  — вспомогательное сопротивление;  $r_3$  — сопротивление потенциального зонда;  $НИ$  — нулевой индикатор

## Б. Фарадметры

12. Фарадметры делятся на следующие группы:
- Фарадметры электромагнитной системы, имеющие логотрический измерительный механизм;
  - Фарадметры электродинамической системы, имеющие логотрический измерительный механизм;
  - Фарадметры выпрямительной системы, имеющие магнитоэлектрический измерительный механизм с механическим противодействующим моментом.

13. Принципиальная схема фарадметра с электромагнитным логотрическим измерительным механизмом представлена на рис. 8. Отклонение подвижной части прибора зависит от отношения токов в обмотках  $A_1$  и  $A_2$ , которое в свою очередь зависит от соотношения емкостей поверяемого  $C_x$  и образцового  $C_0$  конденсаторов.

14. Принципиальная схема фарадметра электродинамической системы представлена на рис. 9.

Подвижная часть в виде двух катушек  $a$  —  $b$ , скрепленных под углом  $90^\circ$  и насаженных на общую ось, находится в магнитном поле двух неподвижных катушек  $A$  —  $A$ .

Последовательно с обмотками катушек  $a$  и  $A$  включены конденсаторы постоянной емкости  $C_0$  и  $C_x$ ; измеряемая емкость  $C_x$  включается последовательно в цепь катушки  $b$ . Обмотки катушек  $a$  и  $b$  включены таким образом, что вращающие моменты  $D_a$  и  $D_b$ , создаваемые в результате взаимодействия токов  $I_0$  и  $I_x$  с магнитным полем катушек  $A$  —  $A$ , противоположны друг другу.

То или иное положение подвижной части прибора соответствует определенному отношению вращающихся моментов, которое зависит от отношения сил токов  $I_x$  и  $I_0$ , зависящих в свою очередь от емкостей  $C_x$  и  $C_0$ . Шкала прибора градуируется в микрофарадах.

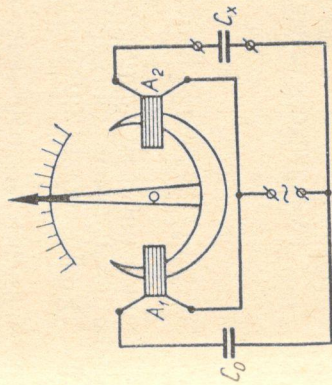


Рис. 8

$A_1, A_2$  — обмотки прибора;  $C_0$  — образцовый конденсатор;  $C_x$  — измеряемый конденсатор

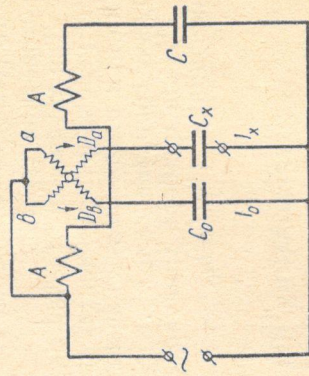


Рис. 9

$A, a, b$  — обмотки прибора;  $C$  — вспомогательный конденсатор

15. Принципиальная электрическая схема фарадметра выпрямительной системы представлена на рис. 10.

Последовательно со схемой выпрямления, в которую включена обмотка  $P$  магнитоэлектрического измерителя, включен конденсатор постоянной емкости  $C_0$ , а последовательно с источником питания (внешний источник, обычно сеть переменного тока) включен другой конденсатор  $C$ . Емкостное сопротивление цепи измерителя много больше активного сопротивления, так что сила тока в этой цепи определяется напряжением  $U$  источника питания и значениями емкостей  $C_x$ ,  $C_0$  и  $C$ . Изменение тока в этой цепи при изменении  $C_x$  определяется отношением емкостей  $C_x$  и  $(C_0 + C)$ . Таким образом, схема такого фарадметра подобна схеме магнитоэлектриче-

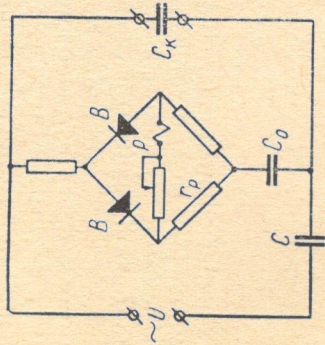


Рис. 10  
 $P$  — обмотка прибора;  $V$  — выпрямитель;  $C_0$  — регулировочное сопротивление (установка нуля)

ского омметра с параллельным присоединением измеряемого сопротивления (рис. 2а).

Для установки стрелки на нулевую отметку шкалы (при  $C_x = 0$ , т. е. разомкнутых зажимах для присоединения измеряемой емкости) при различных значениях напряжения источника питания служит сопротивление  $r_p$ .

Шкала прибора градуируется в микрофарадах ( $10^{-6} \phi$ ) или нанофарадах ( $10^{-9} \phi$ ).

## II. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОММЕТРАМ И ФАРАДМЕТРАМ

16. Поверяемые приборы должны удовлетворять всем требованиям настоящей инструкции, утвержденным техническим условиям, а также распространяющимся на эти приборы стандартам.

17. Допускаемые погрешности ряда приборов, выпускаемых заводами СССР, указаны в приложении 1.

18. На всех приборах, находящихся в эксплуатации, должны быть указаны:

- а) марка завода-изготовителя;
- б) заводской номер прибора;

в) наименование прибора или сокращенное обозначение измеряемой величины;

г) заводское обозначение прибора (не обязательно для приборов, выпущенных ранее);

д) условное обозначение системы (принципа действия) прибора;

е) верхний и нижний пределы измерения;

ж) обозначение нормального положения прибора;

з) назначение всех зажимов и знаки полярности у зажимов, служащих для присоединения источника постоянного тока;

и) номинальное число оборотов рукоятки привода генератора;

к) напряжение на зажимах.

Кроме того, на приборах, выходящих из ремонта, указываются дата ремонта и марка ремонтирующей организации, а на омметрах дополнительно указывается класс прибора.

**Примечание.** Маркировка вновь изготавливаемых приборов должна соответствовать требованиям стандарта и техническим условиям на эти приборы.

19. Перед проверкой необходимо убедиться, что прибор не имеет недостатков, которые могут привести к ошибкам в измерениях или к дальнейшей его порче, в частности, в том, что:

а) корпус прибора не имеет механических повреждений, портящих внешний вид, или трещин, через которые может проникнуть пыль в измерительный механизм;

б) стекло прибора прочно укреплено, не имеет трещин, или пузырьков, царапин и других изъянов, мешающих снятию показаний;

в) шкала прибора не покороблена, не отклеилась или не загрязнена;

г) зеркальная полоска, служащая для устранения погрешности от параллакса, не потускнела или не разбита;

д) зажимы прибора навинчиваются до конца, не имеют заедания в резьбе, основания их не расшатаны;

е) внутри прибора нет отсоединившихся частей, обнаруживаемых на слух при опрокидывании прибора;

ж) стрелка прибора не погнута и конец ее по направлению совпадает с направлением отметок шкалы;

з) корректор исправен и допускает регулировку нулевого положения указателя;

и) разбивка шкалы на деления произведена в соответствии с характером интервалов между числовыми отметками;

к) исправны регулирующие устройства.

20. При проверке омметров, для которых неизвестны допустимые погрешности показаний в соответствии с требованиями технических условий (приборы импортные или отечественные, но ранних выпусков) следует руководствоваться требованиями к аналогичным по принципу действия приборам (приложение 1).

При проверке фарадметров в подобных случаях считают допустимыми следующие погрешности показаний:

- а)  $\pm 1\%$  от длины рабочей части шкалы при наличии зеркальной полочки и длине шкалы не менее 60 мм;  
б)  $\pm 2,5\%$  от длины рабочей части шкалы для остальных приборов.

### III. ПОВЕРКА

21. При поверке омметров и фарадметров, находящихся в эксплуатации, определяют:

а) общую исправность прибора (путем внешнего осмотра и опробования переключателей регулирующих устройств);

б) влияние неуравновешенности подвижной части (приборы, снабженные уровнем, на влияние неуравновешенности не проверяются);

в) основные погрешности;

г) вариации показаний.

При поверке омметров и фарадметров, выпускаемых из производства или после ремонта, дополнительно проводят:

д) определение времени успокоения;

е) определение напряжения на разомкнутых зажимах для омметров со встроенным генератором или выпрямителем;

ж) испытание электрической прочности изоляции.

22. Испытание электрической прочности изоляции приборов, имеющих соединенную с корпусом электрическую цепь, не проводится.

23. Для поверки приборов следует применять в качестве образцовой аппаратуру, имеющую свидетельства о поверке.

24. Источники питания, применяемые при поверке омметров, должны обладать таким постоянством, чтобы изменение их напряжения или частоты за время, необходимое для отсчета показаний поверяемого прибора (включая предварительную регулировку прибора в соответствии с правилами пользования, например, регулировку омметра перед измерением, как указано в пп. 4 и 5), не вызвало изменения показания прибора более чем на 0,1 допустимой основной погрешности.

25. При поверке фарадметров форма кривой напряжения источника переменного тока должна быть такой, чтобы ее отклонения от синусоидальной формы не превышали допустимых отклонений, предусмотренных техническими условиями на поверяемый прибор (приведенных в описании прибора).

26. При внешнем осмотре проводится поверка соответствия прибора техническим требованиям, изложенным в разд. II данной инструкции.

Если при осмотре будет обнаружено, что прибор не удовлетворяет какому-либо требованию разд. II, он признается непригодным к применению и дальнейшая поверка его не проводится.

27. Определение основных погрешностей и вариаций показаний приборов на тех диапазонах измерения, для поверки которых

имеются образцовые магазины или меры, производится путем сличения показаний поверяемого прибора на всех числовых отметках рабочей части шкалы со значениями соответствующих образцовых мер (магазинов) сопротивления или емкости, подключаемых к поверяемому прибору в качестве измеряемого объекта.

Перечень мер и магазинов сопротивления и емкости, выпускаемых отечественной промышленностью, которые могут быть использованы в качестве образцовых при поверке омметров и фарадметров, дан в приложении 2 и 3.

28. Для поверки омметров и фарадметров следует применять образцовые меры (магазины) сопротивления или емкости с допустимой погрешностью, не превышающей 0,2 от допустимой для поверяемого прибора погрешности (при одинаковом способе исчисления этих погрешностей). Допускается применение мер (магазинов) с погрешностью, превышающей указанное значение, но не более чем в 2 раза; при этом необходимо введение поправок к их показаниям в тех случаях, когда получающиеся при поверке значения погрешности поверяемого прибора оказываются отличающимися от допустимого на величину, близкую к допустимой погрешности образцовой меры (магазина) \*.

Применяемый при поверке образцовый магазин сопротивления или емкости должен допускать возможность изменения сопротивления или емкости ступенями, не превышающими 0,1 значения допустимой для поверяемого прибора погрешности \*\*.

К образцовой мере или магазину мер, если они не допускают достаточной тонкой регулировки, можно добавить регулируемую меру меньшего значения. Точность добавляемой меры должна быть такой, чтобы в результате общая погрешность составной меры не превышала указанной выше.

29. Определение погрешностей и вариации показаний производятся при следующих условиях:

а) прибор установлен в рабочее положение, если рабочее положение не указано, прибор следует поверять при двух положениях шкалы: горизонтальном и вертикальном;

б) в приборах с механическим противодействующим моментом при наличии корректора указатель перед поверкой необходимо установить на отметку механического нуля;

\* Допускается применение мер, действительные значения которых значительно (на несколько процентов) отличаются от номинальных значений, соответствующих поверяемым отметкам шкалы прибора (например, при поверке микроомметров или тераомметров), при условии, что эти действительные значения известны с погрешностью, не превышающей 0,2 от допустимой погрешности поверяемого прибора.

\*\* При поверке омметров со встроенным генератором (пп. 30 и 32), омметров с пределами измерения более  $10^8$  Ом (п. 33), измерителей заземления (пп. 38 и 39) и микроомметров (п. 40) могут использоваться меры только постоянных значений; при этом определение погрешности производится по отклонению показания прибора от отметки, соответствующей действительному значению примененной меры.

в) температура окружающего воздуха равна  $20 \pm 5^\circ \text{C}$  или температуре, указанной на приборе (с отклонением  $\pm 5^\circ \text{C}$ );

г) омметры электронной системы поверяют после того, как они были не менее 15 мин подвергнуты нагреву путем включения на номинальное напряжение источника питания;

д) напряжение и частота источника питания или скорость вращения рукоятки встроенного генератора должны быть номинальными; приборы, имеющие номинальную область напряжений, поверяют при любом напряжении в пределах границ указанной области;

е) приборы, имеющие регулировочные приспособления, следует предварительно отрегулировать по контрольным отметкам шкалы (в большинстве случаев отметки 0 или  $\infty$ ); для многопредельных приборов эта операция должна быть произведена на каждом диапазоне измерения; электронные омметры необходимо предварительно отрегулировать в соответствии с правилами пользования прибором;

ж) ферромагнитные массы и внешние магнитные поля, кроме земного магнитного поля, отсутствуют;

з) электростатические заряды на стекле прибора отсутствуют.

30. При определении основных погрешностей и вариации показаний путем сличения показаний прибора со значениями образцовых мер (магазинов) для приборов, питание которых происходит от батареи или от сети, поверка проводится в следующем порядке:

а) подготавливают прибор к измерениям;

б) подключают к соответствующим зажимам прибора регулируруемую образцовую меру (магазин);

в) постепенно изменяя сопротивление (емкость) на образцовом магазине, добиваются установки указателя на поверяемых отметках шкалы, подводя указатель к этим отметкам слева с одной, затем с другой стороны. Оба найденные для каждой поверяемой отметки значения образцовой меры записывают. Допускается измерять образцовую меру до номинального значения, соответствующего поверяемой отметке, и записывать показания поверяемого прибора.

Поверка омметров со встроенным генератором проводится в следующем порядке:

г) подготавливают прибор к измерениям;

д) если на шкале имеется отметка  $\infty$ , то при разомкнутых зажимах для присоединения измеряемого сопротивления и установленной для данного прибора скорости вращения рукоятки генератора замечают отклонение указателя от отметки  $\infty$  (в миллиметрах);

е) если на шкале имеется отметка 0, то повторяют операцию при короткозамкнутых зажимах;

ж) подключают к соответствующим зажимам прибора регулируемую образцовую меру (магазин);

з) устанавливают на этом магазине значение, соответствующее поверяемой отметке шкалы прибора;

и) вращая рукоятку генератора с установленной для данного прибора скоростью, производят отсчет по шкале прибора.

Примечание. Операции по подпунктам д и е производятся только при поверке тех приборов, которые должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8038—60 или аналогичным требованиям по техническим условиям.

Если при проведении операций по подпунктам д и е прибор не удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям, он признается негодным к применению и дальнейшая поверка его не производится.

31. Основную погрешность приборов, кроме омметров со встроенным генератором, вычисляют по наибольшей (по абсолютному значению) разности между показаниями прибора и действительным значением измеряемой образцовой меры, полученной из результатов измерений при плавном подводе указателя поверяемого прибора справа и слева от поверяемой отметки шкалы.

Вариацию показаний таких приборов вычисляют по разности между значениями меры, соответствующими одной и той же поверяемой отметке и полученными при определении основной погрешности, или по разности показаний прибора, соответствующих одному и тому же значению меры и полученных при указанных выше условиях.

32. Основную погрешность омметров со встроенным генератором вычисляют по наибольшей (по абсолютному значению) разности между показаниями прибора и действительным значением измеряемого сопротивления, полученной из результатов нескольких (не менее трех) измерений на поверяемой отметке шкалы.

Вариацию показаний вычисляют по наибольшей разности показаний прибора, полученных при этих измерениях.

33. Для мегомметров, гигаомметров и тераомметров с пределами измерения более  $10^8 \text{ ом}$  в случае наличия соответствующих мер сопротивление только постоянных значений допускается определять основные погрешности и вариации показаний так же, как и для омметров со встроенным генератором (п. 32).

34. Погрешности приборов определяются по следующим формулам:

а) для приборов, погрешность которых нормируется в процентах по отношению к данному показанию:

$$\Delta_{\text{отн}} = \frac{A - A_d}{A_d} \cdot 100\% \quad (1)$$

где  $\Delta_{\text{отн}}$  — относительная погрешность в %;

$A$  — показание поверяемого прибора в единицах измеряемой величины;

$A_d$  — действительное значение измеряемой величины (отсчитанное по образцовым мерам) в тех же единицах;

б) для приборов, погрешность которых нормируется в процентах по отношению к верхнему пределу измерения:

\* При вычислении  $\Delta_{\text{отн}}$  в знаменатель вместо значения  $A_d$  можно подставить значение  $A$ .

$$\Delta_{\text{пр}} = \frac{A - A_n}{A_n} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $\Delta_{\text{пр}}$  — приведенная погрешность в %;

$A_n$  — верхний предел измерения;

в) для приборов, погрешность которых нормируется в процентах по отношению к длине рабочей части шкалы:

$$\Delta_{\text{л. пр}} = (A - A_n) \frac{l_1}{l} 100\%*, \quad (3)$$

где  $\Delta_{\text{л. пр}}$  — линейно приведенная погрешность в %;

$l_1$  — длина участка шкалы, приходящегося в точке  $A$  на единицу измеряемой величины, в мм;

$l$  — длина рабочей части шкалы в мм.

Аналогично вычисляются вариации показаний. Ни одна из погрешностей или вариаций показаний, определенных для каждой поверяемой отметки, не должна превышать допустимых.

35. Длина рабочей части шкалы может быть измерена любым способом, не требующим вскрытия прибора и обеспечивающим получение результата с погрешностью не более 10%. Одним из таких способов является вычисление  $l$  по результатам измерения радиуса дуги  $R$ , проходящей через середины самых коротких отметок шкалы, и угла рабочей части шкалы  $\gamma$ .

При этом

$$l = \frac{\pi R \gamma}{180} \text{ мм}, \quad (4)$$

где  $R$  в мм;  $\gamma$  в градусах.

Для определения  $l_1$  следует измерить при помощи линейки (с погрешностью не более 10%) или при помощи отсчетного микроскопа МПБ-2 длину участка шкалы между двумя ближайшими к  $A$  отметками и длину этого участка (в мм) разделить на разность отсчетов, соответствующих этим отметкам. Отсчеты должны быть выражены в тех же единицах, в которых выражены  $A$  и  $A_n$ .

36. Поверка мегомметров, гигаомметров и тераомметров электронной системы на диапазонах измерения, для которых нет образцовых мер сопротивления, производится косвенными методами и соответствии с инструкцией на данный прибор.

Метод поверки отечественных электронных мегомметра МОМ-3 и тераомметра Ф-57 указан в пп. 41 и 42.

37. Для омметров магнитоэлектрической системы с нулевой шкалой (п. 3), имеющих измерительный механизм с механическим приводящим моментом (приборы группы  $a$ , п. 2), зависимость между относительной погрешностью  $\Delta_{\text{отн}}$  и линейно произ-

\* В случае, если определяется погрешность прибора  $\Delta_{\text{л. пр}}$ , приведенная к длине всей шкалы  $l_{\text{ш}}$  (см., например, п. 37), то пользуются формулой

$$\Delta_{\text{л. пр}} = (A - A_n) \frac{l_1}{l_{\text{ш}}} 100\%.$$

веденной погрешностью в процентах от длины всей шкалы  $\Delta_{\text{л. пр}}$  выражается кривой, приведенной на рис. 11.

Здесь\*

$$\lambda = \frac{r_x}{r_n}, \quad (5)$$

где  $r_x$  — значение измеряемого сопротивления, соответствующее поверяемой отметке шкалы;

$r_n$  — значение внутреннего сопротивления прибора, равное значению  $r_x$ , соответствующему отметке, расположенной в геометрической середине шкалы прибора.

Если допустима основная погрешность омметра выражена в процентах от длины рабочей части шкалы —  $\Delta_{\text{л. пр}}$  (п. 34), то, зная длину рабочей части шкалы  $l$  и длину всей шкалы  $l_{\text{ш}}$ , находят  $\Delta_{\text{л. пр}}$  — допустимую относительную погрешность, приведенную к длине всей шкалы, по формуле

$$\Delta_{\text{л. пр}} = \Delta_{\text{л. пр}} \frac{l}{l_{\text{ш}}}. \quad (6)$$

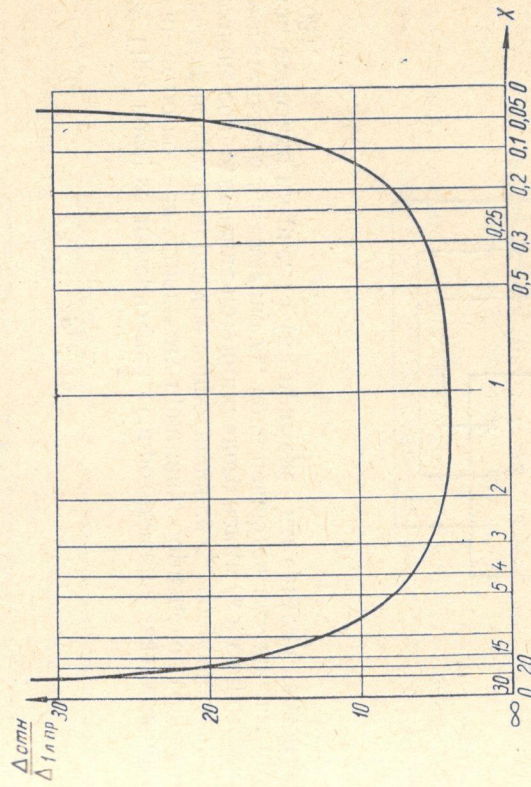


Рис. 11

Затем вычисляется  $\lambda_x$  для каждой поверяемой отметки шкалы и по кривой рис. 11 (или по приведенной в скобке формуле) опре-

\* Кривая рис. 11 построена на основании формулы

$$\Delta_{\text{отн}} = \frac{\lambda_x}{(1 + \lambda_x)^2},$$

$\Delta_{\text{л. пр}}$

которая выведена в предположении, что отклонение подвижной части прибора строго пропорционально силе тока в обмотке измерителя; это фактически соблюдается с достаточной степенью точности.

21\*



деляется  $\Delta_{\text{отн}}$  — допустимая относительная погрешность, выраженная в процентах от данного показания (от значения измеряемого сопротивления).

38. При проверке измерителей сопротивления заземлений, построенных по принципу метода амперметра — вольтметра, образцовое сопротивление (магазин, мера) подключается к зажимам прибора, как показано на рис. 12 (а — при измерении сопротивлений 10 ом и более, б — при измерении сопротивлений до 10 ом).

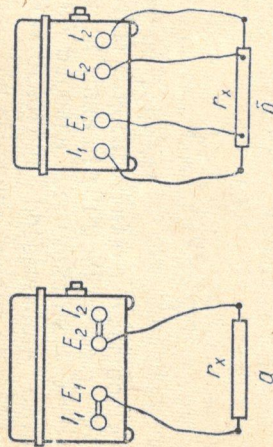


Рис. 12

39. При проверке измерителей сопротивления заземлений, построенных по компенсационному принципу, образцовое сопротивление, замещающее измеряемое сопротивление  $r_x$ , сопротивления, замещающие сопротивление потенциального зонда  $r_z$  и сопротивление вспомогательного заземления  $r_b$ , подключаются к зажимам прибора, как показано на рис. 13 (на примере измерителя заземлений М-1103).

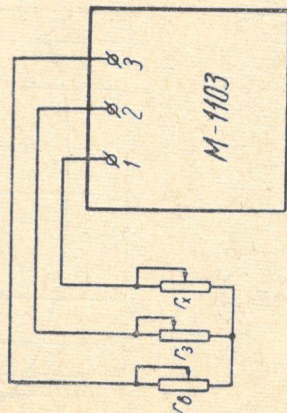


Рис. 13

40. При проверке микрометров образцовое сопротивление должно быть подключено к прибору по четырехзатжимной схеме. При этом сопротивление соединительных проводов должно быть

равно сопротивлению проводов-шупов, прикладываемых к прибору для измерений\*, так как сопротивление этих проводов оказывает влияние на результат измерения (см. сноску к п. 9).

В качестве образцовых сопротивлений могут использоваться калиброванные шунты; при этом проверка может вестись не по числовым отметкам, а по отметкам, соответствующим значениям сопротивлений шунтов\*\*.

41. Проверка тераомметра Ф-57 (приложение 1) проводится косвенным методом, заключающимся в раздельной проверке встроенного в прибор электронного вольтметра и входных образцовых сопротивлений и в последующем расчетном определении основных погрешностей.

а) Погрешности электронного вольтметра (в процентах от длины рабочей части шкалы)  $\Delta_u$  определяют при подаче на его вход напряжений от внешнего источника постоянного напряжения по схеме рис. 14а в соответствии со следующей таблицей:

Таблица 1

Проверяемая отметка	Подаваемое напряжение в в
1	1,19
1,5	0,795
2	0,597
3	0,399
4	0,299
5	0,240
6	0,200
8	0,150
10	0,120

Погрешности вольтметра определяют при возрастании и убывании подаваемого на вход напряжения после прогрева прибора в те-

\* Сопротивление каждой пары проводов-шупов П6 и П8, прикладываемых к микрометру М246, около 0,1 ом, а каждой пары проводов-шупов П7 и П9 — 0,045—0,050 ом. При проверке сопротивление каждой пары соединительных проводов (токовых или потенциальных) должно быть равно сопротивлению соответствующей пары проводов-шупов, применяемых для измерений на данном диапазоне измерения; допустимая разница пар сопротивлений проводов +5%. Сопротивление пар проводов-шупов и заменяющих их проводов может быть измерено поверочным прибором М246.

\*\* Номинальное сопротивление калиброванного шунта определяется по его номинальному напряжению  $U_{ш}$  и силе тока  $I_{ш}$ , как

$$r = \frac{U_{ш}}{I_{ш}}$$

Так, шунт на 45 мв 500 а имеет сопротивление 90 мком и приложен, например, для проверки соответствующей отметки в первом диапазоне измерения микрометра М246 (приложение 1).

чение 15 мин (положение переключателя «Включено») при нормальных напряжениях питания. Предварительно раздельно регулируют электрический нуль и чувствительность прибора при подаче на вход напряжения 1,19 в.

б) Затем определяются погрешности образцовых сопротивлений (в процентах от номинальных значений)  $\Delta_r$ . Действительное значение сопротивлений  $10^6 - 10^8 \text{ ом}$  может быть определено мостовым методом, а сопротивлений  $10^9 - 10^{11} \text{ ом}$  — методом разряда конденсатора при напряжении 1,2 в по схеме рис. 14б.

При этом в камере прибора должен находиться действующий осушитель. Годность осушителя проверяется по смещению стрелки с отметки  $\infty$  после предварительной регулировки прибора; смещение не должно превышать 1 мм при положении переключателя диапазонов на множителе  $\times 10^{13}$ .

При постоянной времени  $\tau = 100 \text{ сек}$  рекомендуются следующие значения параметров конденсаторов:

Таблица 2

Обозначение положения переключателя пределов измерения в ом	Номинальное значение поверяемого входного сопротивления в ом	Рекомендуемое значение емкости конденсатора в мкф	Необходимое сопротивление изоляции конденсатора* в $\text{в}^2/\text{ом}$
$\times 10^{11}$	$10^9$	0,1	Более $2 \cdot 10^{11}$
$\times 10^{12}$	$10^{10}$	0,01	» $10^{12}$
$\times 10^{13}$	$10^{11}$	0,001	» $7 \cdot 10^{12}$

\* В качестве конденсаторов для проверки тераомметров могут быть использованы воздушные конденсаторы КВМ, КВП, Р-512 или полистирольные конденсаторы ПО, ПСО, ПМ и др., удовлетворяющие указанным требованиям.

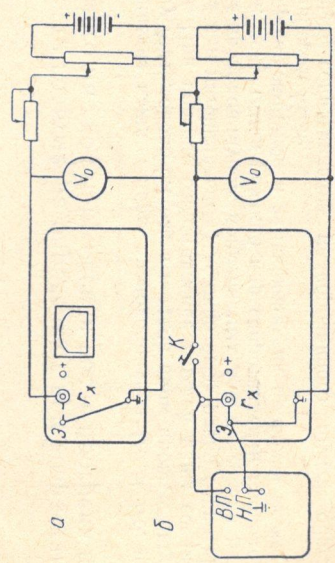


Рис. 14. Схемы поверки: а — вольтметра прибора Ф-57, б — образцовых сопротивлений прибора Ф-57

Сопротивление изоляции конденсатора может быть измерено при помощи поверяемого прибора.

Напряжение на поверяемом сопротивлении во время разряда конденсатора измеряется вольтметром поверяемого прибора (напряжение должно измениться в 2,73 раза, т. е. от 1,19 в до 0,438 в; показание вольтметра, соответствующее напряжению 0,438 в, определяется заранее при его поверке).

в) Погрешность коэффициента деления делителя напряжения, служащего для предварительной регулировки прибора при подготовке его к измерениям, определяется по данным измерений его сопротивлений. Погрешность коэффициента деления не должна превышать 0,1 %.

г) Основные погрешности прибора подсчитываются по следующим формулам:

$$\Delta_{\text{л. пр}} = 1,1 \left( \Delta_u + \frac{\Delta_r}{\alpha} \right) \quad (7)$$

$$\Delta_{\text{отн}} = \Delta_u \alpha + \Delta_r \quad (8)$$

(погрешность делителя напряжения в этих формулах не учитывается ввиду ее малости).

Здесь  $\Delta_u$  — из двух значений погрешности вольтметра, определенных при увеличении и уменьшении подаваемого на вход напряжения, которое дает максимальное абсолютное значение основной погрешности тераомметра;  $\alpha$  — отсчет по шкале прибора (от 1 до 10).

Вариации показаний определяются при поверке вольтметра (одновременно с определением его погрешностей).

42. Поверка электронного мегомметра, например МОМ-3 на диапазонах изменения от 100 см до 100 Мом (приложение 1) проводится по образцовым двухзажимным сопротивлениям (приложение 2). При наличии образцовых мер сопротивления больших значений (до  $10^9$  или  $10^{10} \text{ ом}$ ) аналогично проводится поверка прибора на диапазоне от  $10^8$  до  $10^9 \text{ ом}$  и на диапазоне от  $10^9$  до  $10^{10} \text{ ом}$ . В противном случае допускается на этих диапазонах провести поверку только на начальной отметке шкалы и совсем не поверять показания прибора на диапазоне от  $10^9$  до  $10^{10} \text{ ом}$ .

Допустимо косвенное определение погрешностей показаний мегомметра в верхних диапазонах измерения по результатам поверки в диапазоне 0,1—1 Мом и результатам измерения входных образцовых сопротивлений прибора, хотя для этого нужно вскрывать прибор. При этом погрешности прибора определяются так же, как и тераомметра (п. 41).

43. Поверка уравниваемости подвижной части прибора, на шкале которого указано рабочее положение, проводится в следующем порядке:

а) прибор устанавливают в том положении, которое указано на шкале прибора;

б) изменяют сопротивление (или емкость) магазина (меры) до значения, соответствующего показанию прибора, при котором про-

стемы (при измерениях на переменном токе), имеющего соответствующий диапазон измерения и входное сопротивление не менее сопротивления, соответствующего конечной числовой отметке рабочей части шкалы прибора в поверяемом диапазоне измерения.

#### IV. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

46. Результаты поверки прибора должны быть занесены в протокол, в котором записываются все данные, полученные непосредственно при отсчете показаний прибора и значений образцовой меры (магазина), а также все данные, на основании которых подсчитываются погрешности, вариации или другие характеристики прибора.

47. Приборы, удовлетворяющие предъявляемым к ним при государственной поверке требованиям, пломбируются с наложением клейма.

На приборы, технические характеристики которых неизвестны (п. 20) или которые не могли быть полностью поверены, клеймо не накладывается; на такие приборы выдается справка с указанием результатов поверки.

48. Приборы, не удовлетворяющие требованиям данной инструкции, к применению не допускаются.

водится проверка; проверка уравновешенности проводится при трех показаниях прибора, из которых одно соответствует приблизительной геометрической середине шкалы прибора, а два другие — началу и концу рабочей части шкалы, с исключением вариации показаний (путем определения изменений показаний по средним значениям из результатов поверки в данной точке для каждого положения прибора);

в) наклоняют прибор под углом, указанным в таблице технических данных (приложение 1) для этого прибора, поочередно в каждую из четырех сторон, и каждый раз проводят поверку при выbranном показании по способу, указанному в пп. 30—34;

г) изменение показаний, обусловленное влиянием неуравновешенности подвижной части прибора, подсчитывается согласно формулировке соответствующего требования в таблице технических данных (приложение 1).

44. Время успокоения для всех приборов, поверка которых проводится по образцовым мерам (за исключением омметров с наводкой, построенных по компенсационному принципу), определяется в следующем порядке:

а) подготавливают прибор к измерениям;

б) если прибор имеет на шкале отметку  $\infty$ , то устанавливают на образцовой мере (магазине) значение, соответствующее показанию прибора на геометрической середине шкалы;

в) с помощью ключа, при рабочем состоянии прибора (например, для прибора со встроенным генератором — при номинальной скорости вращения рукоятки) подключают к прибору измеряемую меру (магазин) и одновременно пускают секундомер для определения времени успокоения. Секундомер выключают в тот момент, когда отклонение указателя от положения равновесия окажется не превышающим 1% от длины шкалы.

При проведении данной операции необходимо учитывать возможность наличия повышенного напряжения на зажимах прибора для подключения измеряемого сопротивления и соблюдать соответствующие предосторожности;

г) если прибор имеет на шкале отметку 0, то время успокоения может измеряться при перемещении указателя от этой отметки до середины шкалы. При этом операция подпункта в изменяется в том отношении, что измеряемый объект заранее подключается к прибору и замыкается накоротко при помощи ключа, в момент разрыва которого пускается секундомер;

д) если прибор не имеет на шкале отметок 0 или  $\infty$ , то время успокоения определяют путем резкого изменения значения измеряемой меры (магазина), вызывающего перемещение указателя по шкале на расстояние, соответствующее половине ее длины.

45. Определение напряжения на зажимах прибора производится путем его измерения при помощи вольтметра электростатической системы (при измерениях на постоянном токе), электростатической, выпрямительной, электромагнитной или электродинамической си-