

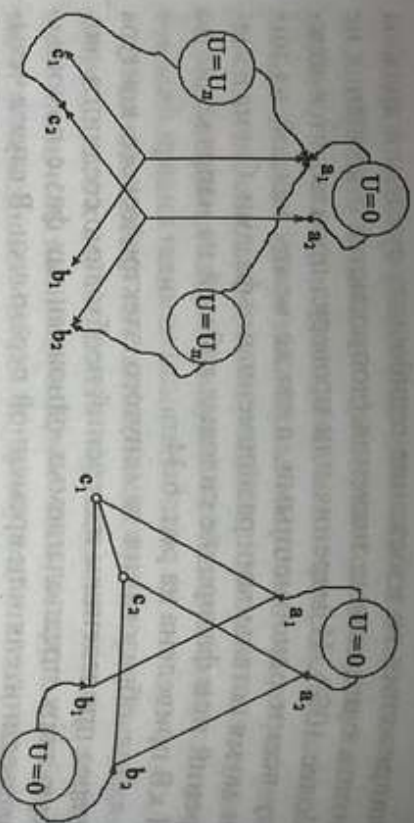


Рис. 6.35. Векторная диаграмма для нормального случая фазировки кабелей

6.6. Изменение электрических параметров заземляющих устройств

Одной из основных функций заземляющего устройства является защита людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции в электроустановках. Нормальное функционирование заземляющих устройств возможно лишь при правильном выполнении, поддержании их в надлежащем техническом состоянии и контроле этого состояния путем ревизии электрических измерений. Заземляющие устройства состоят из следующих основных элементов:

- а) грунта (земли), свойства которого определяются его удельным сопротивлением (ρ у влажного глинистого — до $10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$; у сухого песчаного — более $10 \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$);
 - б) искусственных заземлителей (стальные вертикальные электроды из труб, уголков или стержней и горизонтальные металлические полосы, заглубленные в землю);
 - в) естественные заземлители (металлические элементы сооружений, кабелей или других подобных предметов, находящихся в земле и могущие быть использованы в системе заземляющих устройств для стекания тока в землю);
 - г) заземляющих матрасов и проводников, связывающих отдельные заземлители между собой и с оборудованным, подлежащим заземлению.
- Заземляющие устройства электроустановок потребители должны соответствовать требованиям ПУЭ и обеспе-

чивать условия безопасности людей и защиты электрооборудования, а также эксплуатационные режимы работы.

Измерение сопротивления заземляющего устройства производится для определения его фактической величины и выяснения соответствия его нормам как в момент измерения, так и в дальнейшем в процессе эксплуатации. Кроме того, сопоставление результатов измерений за ряд лет позволяет следить за состоянием заземлителей, находящихся в эксплуатации.

Основным параметром, характеризующим заземлитель, является сопротивление растеканию заземлителя R_z . Для установок напряжением выше 1 кВ с глухим заземлением нейтраль более важным параметром, обеспечивающим безопасность, является напряжение прикосновения $U_{\text{пр}}$.

Согласно требованиям ПУЭ, сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтраль генератора или трансформатора, или выводы источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 2,4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трехфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока. Если удельное сопротивление грунта ρ превышает $100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, то допускается указанные нормы увеличить в 0,01 раз, но не более чем в 10 раз.

В электроустановках напряжением выше 1 кВ с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства R (Ом) с током замыкания на землю $I_z \leq 500 \text{ А}$ в любое время года с учетом сопротивления естественных заземлителей должно быть не более $R = 250/I_z$, но не более 10 Ом.

При использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок напряжением до 1 кВ

$$R = 125/I_z$$

Для электроустановок напряжением выше 1 кВ с током замыкания на землю $I_z > 500 \text{ А}$ $R \leq 0,5 \text{ Ом}$.

Измерение сопротивления заземлителей. Для правильной оценки качества заземляющих устройств рекомендуется проводить в периоды наименьшей проводимости

прунта: зимой при наибольшем его промерзании или летом при наибольшем просыхании.

Для измерения заземлителей R_z должен применяться переменный ток, так как при постоянном токе в земле возникает э.д.с. поляризации, искажающая результат измерения. Величина тока не оказывает существенного влияния на результат измерения; однако при слишком малой его величине сказывается влияние посторонних токов в земле. Ток в измерительной цепи должен быть не менее 10 А. В большинстве случаев достаточен ток 20–25 А. Частота тока также не оказывает заметного влияния на результат измерения, так как сопротивление заземлителя в основном активное.

Наиболее распространенным методом для измерения R_z является метод амперметра–вольтметра. Метод применяется в основном для точных измерений при малых сопротивлениях заземлителей (мощных станций и районных подстанций с сопротивлением заземления порядка десятых и сотых долей Ома). Измерение производят переменным током, от понижающего трансформатора (рис. 6.36). Из условий безопасности напряжение вторичной обмотки принимают не более 60–70 В.

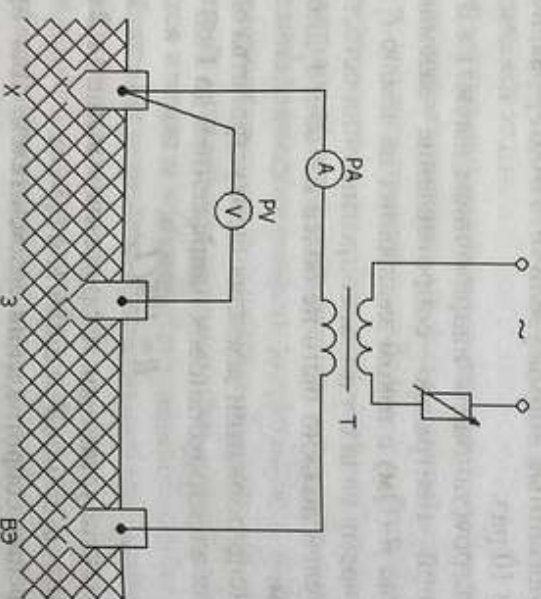


Рис. 6.36. Схема измерения сопротивления заземлителя по методу амперметра–вольтметра

Из-за большого тока в измерительной цепи регулируется обычно первичное напряжение. Измерение производится за пределами расположения заземлителя в месте, где нет протяженных металлических коммуникаций. Помимо испытываемого заземлителя X необходимо иметь 2 измерительных электрода — вспомогательный ВЗ (токовый электрод) и зонд З (потенциальный электрод). В качестве электродов ВЗ и З могут служить стальные стержни, забиваемые в землю на глубину не менее 0,5 метра. Стержни должны быть очищены от краски, а в месте присоединения соединительных проводников и от ржавчины. Количество стержней в одном электроде зависит от требуемого сопротивления электрода и удельного сопротивления поверхностного слоя земли. Зонд З располагается в точке нулевого потенциала.

Амперметр и вольтметр присоединяют к испытываемому заземлителю, причем с целью уменьшения падения напряжения в проводах вольтметр присоединяют непосредственно у места ввода тока в заземлитель. Для снижения погрешности, вносимой вольтметром, его сопротивление должно не менее чем в 50 раз превышать сопротивление зонда.

Для измерения сопротивления зонда измерительный ток пропускают через зонд, а роль зонда для измерения напряжения выполняет испытываемый заземлитель.

Рекомендуемый класс точности вольтметра и амперметра не ниже 1,5, а для трансформатора тока в случае его применения — не ниже 1,0.

Значение сопротивления испытываемого заземлителя принимается как среднее арифметическое из трех измерений. **Измерение прибором МС-08.** Принцип действия прибора основан на измерении сопротивления по методу амперметра–вольтметра, функции которых выполняет один прибор — магнитоэлектрический лотометр. Прибор имеет 3 предела измерения с рабочими шкалами 10–1000, 1–100 и 0,1–10 Ом.

Наибольшая приведенная погрешность прибора не превышает $\pm 1,5\%$. При измерении малых сопротивлений прибор МС-08 дает недопустимо большие погрешности.

При измерении больших сопротивлений в измеряемом значении входит сопротивление проводника, соединяющего прибор с испытуемым заземлителем, поэтому его значение должно быть не менее 4–6 мΩ, а длина не более 2 м. При измерении малых сопротивлений или расположении прибора на значительном расстоянии от заземлителя используют схему рис. 6.30 б, по которой соединительные провода не вносят погрешности.

К достоинствам прибора следует отнести портативность, наличие встроенного генератора, возможность измерений при наличии посторонних токов в земле.

Схемы включения прибора показаны на рис. 6.37. Последовательность работы с прибором:

- 1) собрать схему измерений;
- 2) скомпенсировать сопротивление зонда и соединительных проводов, для чего переключатель режимов установить в положение «регулировка» и, вращая ручку генератора с частотой 120–130 об./мин, с помощью подстроенного сопротивления установить стрелку прибора на красную черту шкалы.

3) после компенсации сопротивления зонда установить предел измерения «х1», что соответствует пределу 1000 Ом. Вращая ручку генератора с частотой 120–130 об./мин, привести отсчет по шкале прибора. При незначительном отклонении стрелки, последовательно перейти на более чувствительные пределы измерения.

Колебания стрелки свидетельствуют о блуждающих токах в земле, влияние которых можно устранить изменением

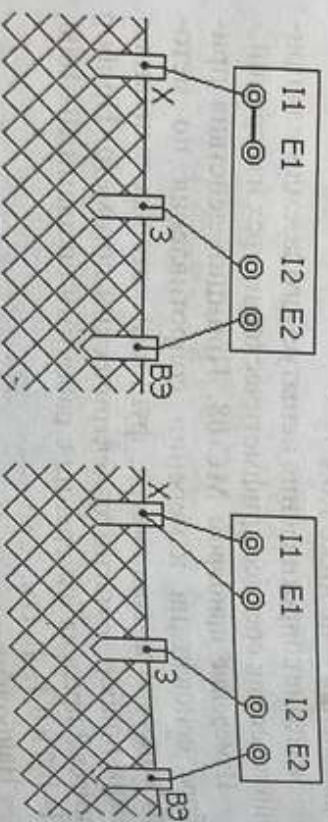


Рис. 6.37. Схемы измерения прибором МС-08:
а — измерение больших сопротивлений; б — измерение малых сопротивлений

ем частоты вращения генератора, при этом частота вращения генератора не должна выходить за пределы 90–150 об./мин. Для измерения сопротивлений вспомогательного электрода необходимо поменять места проводов, присоединенные к клеммам I1 и I2 прибора, и повторить измерение. В этом случае прибор покажет сопротивление вспомогательного электрода. Величины сопротивлений должны быть не более:

Пределы измерения, Ом		1000	100	10
Предельно допустимое сопротивление вспомогательного электрода, Ом		1000	500	250

Измерение прибором М-416 основано на компенсационном методе с применением вспомогательного электрода и зонда. Предел измерения прибором от 0,1 до 1000 Ом разбит на 4 диапазона: 0,1–10; 0,5–50; 2–200 и 10–1000 Ом.

Питание прибора осуществляется от 3 сухих элементов общим напряжением 4,5 В.

Измерение прибором может производиться как по трехзажимной (измерение сопротивлений более 5 Ом), так и по четырехзажимной схеме аналогично измерению прибором МС-08 (см. рис. 6.37).

Измерение сопротивления заземляющих проводников производится для проверки их состояния надежности контактов и сварочных соединений. Сопротивление заземляющих проводников не нормируется ПУЭ и обычно составляет десятки доли Ома на весть.

Перед началом измерения необходимо проверить целостность проводников, соединяющих аппаратуру с контуром заземления, надежность боковых соединений, а также наличие у каждого аппарата непосредственной связи с магистралью заземления.

Измерения могут быть проведены по методу амперметра-вольтметра, протрагированного в Омах амперметра, а также с использованием специальных приборов: омметров (М-372, М-246), мостов, измерителей заземления МС-08, М-416.

чительными для обычных помещений, так как позволяет нагревать большие токи (до 10–30 А) при малом напряжении (около 12 В). Протекание больших токов в них, выгорание или искрение в плохих контактных соединениях, случайных перемычек. Применение больших токов недопустимо в помещениях взрыво- и пожароопасных.

Для массовых измерений отдельных точек заземления удобно использовать измерители МС-08 и МС-07 (рис. 6.38).

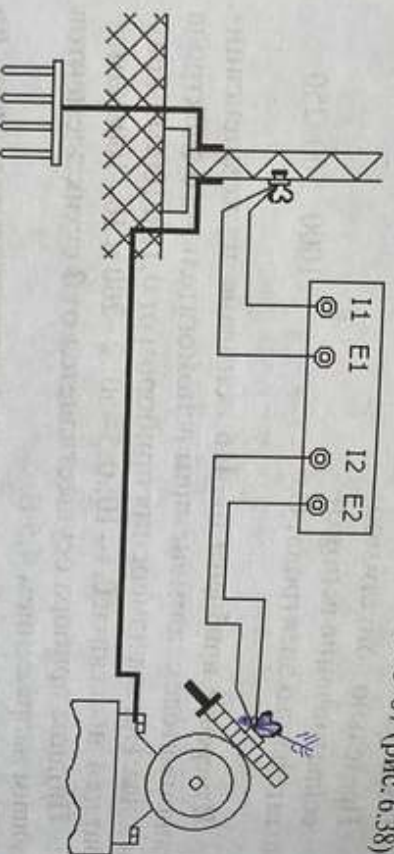


Рис. 6.38. Измерение сопротивления заземляющих проводников при помощи измерителя МС-08

Изолированные проводники от выводов I2, E2 прибора присоединены к напильнику, который используется для присоединения к корпусу аппарата. Проводники имеют сечение 0,75–2,5 мм² и длину до 100 м. Рукоятку и конец напильника изолируют изоляционной лентой. Напильник служит удобным электродом для быстрого производства измерения даже окрашенных и ржавых элементов связи с достаточной точностью. До измерения по указанной схеме следует произвести компенсацию сопротивления измерительных проводов.

Для этого подключить напильник непосредственно к месту присоединения выводов прибора I1, E1 и, вращая рукоятку «Регулировка», стрелку прибора установить на нуль шкалы измерителя.

Измерение удельного сопротивления грунта. Свойства земли как проводника тока характеризуются величиной

ее удельного электрического сопротивления ρ . Величина ρ зависит от структуры земли, ее температуры, влажности, содержания солей, кислот, щелочей. Аналитический расчет всех факторов, влияющих на величину ρ , затруднен. Поэтому с целью получения достоверных данных для проектирования заземляющего устройства на месте сооружения заземлителя предварительно измеряют так называемое «кажущееся» (ρ_c) удельное сопротивление земли, учитывая ее неоднородность ее строения. Наиболее точнейшие параметры заземлителей (конструкция, размеры, глубина заложения и др.) можно проектировать, зная характер распределения ρ по глубине поверхностных слоев земли.

Наиболее прогрессивным методом определения ρ_c и его распределения по глубине является метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ).

Под вертикальным электрическим зондированием понимается производство в одном и том же месте ряда измерений ρ_c по четырехэлектродной схеме при различных расстояниях между электродами.

Этот метод основан на существующей зависимости между распределением ρ по глубине земли и распределением на поверхности земли потенциалов, создаваемых электрическим током в земле от точечного источника (в данном случае электродов).

Измерение удельного сопротивления земли может быть произведено при помощи измерителя сопротивления заземления МС-08 (07) или М-416, комплектом геофизической аппаратуры ИКС-1 или ИКС-50, а также по методу амперметра–вольтметра (рис. 6.39).

Определение ρ земли на постоянном токе по методу амперметра–вольтметра осуществляют в два этапа:

1) производят электрические измерения на поверхности земли и по данным этих измерений строят кривую ВЭЗ;

2) путем интерпретации (расшифровки) кривой ВЭЗ определяют электрическую структуру земли: число слоев земли однородных по ρ , мощность (толщину) и величину ρ каждого слоя.

По методу амперметра-вольтметра в двух точках на поверхности земли симметрично относительно точки измерения О погружают электроды А и В, называемые токовыми, через которые в землю пропускают электрический ток. Этот ток вызывает потенциалы в различных точках поверхности земли. В двух других точках поверхности земли (тоже симметричных относительно точки О) погружают электроды М и N, называемые потенциальными, и вольтметром измеряют разность потенциалов на этих электродах.

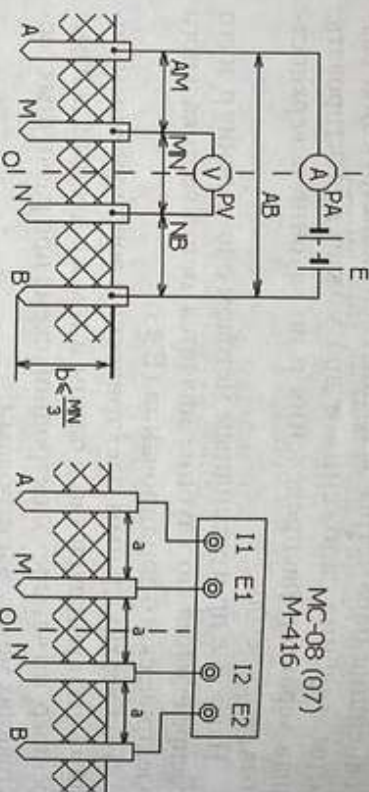


Рис. 6.39. Схемы измерения удельного сопротивления земли по методу ВЭЗ.
а — по методу амперметра-вольтметра;
б — измерителем заземления МС-08 (М-416)

Измеренное удельное сопротивление ρ_k вычисляется по формуле:

$$\rho_k = k \cdot U / I \cdot O_m \cdot M,$$

где U — разность потенциалов, измеренная между электродами М и N;

I — измеренная величина тока;

k — коэффициент, зависящий от расстояния между электродами.

Величина коэффициента k определяется из выражения:

$$k = \pi \cdot AM \cdot AN / MN,$$

где AM , AN , MN — расстояния между соответствующими электродами, м.

При равных расстояниях между электродами и равном a ($a = AB/3$)

$$k = 2\pi a.$$

При однородном грунте формула для вычисления ρ_k дает истинное значение ρ . В случае неоднородной земли результаты представляет собой некоторую условную величину, имеющую размерность удельного сопротивления. Эта величина называется кажущимся электрическим удельным сопротивлением земли ρ_k .

Таким образом, кажущееся удельное сопротивление неоднородной земли ρ_k — это такое значение удельного сопротивления однородной земли, при котором значение потенциала в данной точке при прочих равных условиях будет таким же, как и в неоднородной земле.

Для измерения ρ_k применяют различные четырехэлектродные схемы, отличающиеся расстояниями между электродами.

При измерении по схеме Веннера каждый замер делается при другом разное электродов, однако расстояние между ними всегда остается одинаковым ($AM = MN = NB = a$).

При использовании прибора МС-08 по измеренному значению сопротивления определяют кажущееся удельное сопротивление:

$$\rho_k = k \cdot R_{изм}.$$

При исследовании измерения сопротивления грунта по глубине целесообразно провести 10–15 измерений при различных расстояниях между электродами, сохраняя центр установки О при этом неизменным.

Измерение напряжения прикосновения. Допустимое напряжение прикосновения $U_{пр}$ в установках выше 1 кВ определяется длительностью его воздействия (табл. 6.9).

В этом случае ограничивается также и напряжение на заземляющем устройстве: $U_z \leq 10$ кВ.

Таблица 6.9.

Допустимое напряжение прикосновения в зависимости от длительности воздействия

Длительность воздействия, с	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1–3
Наиболее допустимое напряжение прикосновения, В	500	400	200	130	100	65

Сопротивление заземляющего устройства складывается из сопротивления заземлителя R_z и сопротивления заземляющих проводников.

При периодических измерениях в процессе эксплуатации рекомендуется применять метод амперметра-вольтметра с длительным приложением напряжения к заземлителю и с повторным кратковременным приложением напряжения. Сущность метода амперметра-вольтметра заключается в одновременном измерении тока, стекающего с заземлителя и напряжения прикосновения, обусловленного этим током.

Схема измерения напряжения прикосновения приведена на рис. 6.40.

Напряжение прикосновения измеряется как разность потенциалов между доступными прикосновению заземленными металлическими частями оборудования или конструкции и потенциальным электродом, имитирующим подошву человека, стоящего в контрольной точке на земле (на полу). Сопротивление тела человека имитируется эквивалентным сопротивлением, параллельно включенных вольтметра PV и резистора R .

$$R = 1000 / (R_{PV} - 1000).$$

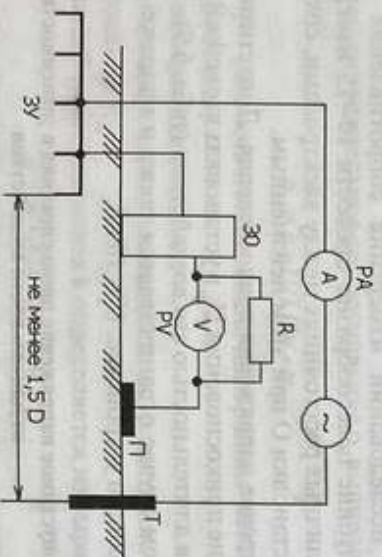


Рис. 6.40. Принципиальная схема измерения напряжения прикосновения по методу амперметра-вольтметра.
ЗУ — заземляющее устройство; ЗО — заземленное оборудование;
П — потенциальный электрод; Т — токовый электрод;
R — резистор, имитирующий сопротивление тела человека

При использовании метода амперметра-вольтметра в качестве источника ЭДС могут применяться трансформатор собственных нужд (ТСН), разделительный трансформатор с вторичным напряжением до 500 В и мощностью до 100 кВА, питающийся от ТСН, автономный генератор.

Для осуществления повторно-кратковременного режима приложения напряжения рекомендуется применять бесконтактный тиристорный короткозамыкатель с регулируемой длительностью импульсов и пауз.

В качестве потенциального электрода следует применять металлическую пластину размером $25 \times 25 \text{ см}^2$, которая кладется на выровненную поверхность земли на расстоянии 60 см от ЗО. Землю под электродом рекомендуется увлажнить на глубину 2–3 см. Для обеспечения надежного контакта электрод П нагружают массой 30 кг.

Эквивалентное сопротивление включенных параллельно вольтметра и резистора не должно выходить за пределы $1 \pm 0,05 \text{ кОм}$. Если внутреннее сопротивление вольтметра $R_{PV} \geq 20 \text{ кОм}$, то R должно быть равным 1 кОм, в остальных случаях R , Ом, рассчитывается по формуле:

Измерительный ток и пределы измерения приборов РА и PV должны быть такими, чтобы стрелки приборов отклонялись не менее чем на $2/3$ шкалы.

В качестве вспомогательного (токового) электрода можно использовать внешние заземлители (эти заземлители не должны иметь связи с испытуемым).

При применении тиристорного короткозамыкателя, обеспечивающего повторный кратковременный режим приложения напряжения, измерение необходимо производить импульсными амперметрами и вольтметрами.

На точность измерения могут оказывать значительное влияние так называемые посторонние токи в земле. Поэтому перед измерениями необходимо выяснить наличие посторонних токов в земле, приняв меры к их уменьшению или обеспечить условия, при которых напряжение на заземлителе от измерительного тока было бы по крайней мере в 10 раз больше, чем значение напряжения, обусловленное посторонними токами.

Измерение сопротивления петли фаза — нуль. Согласно ПУЭ в электроустановках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью необходимо измерять полное сопротивление петли фаза — нуль, что позволяет обнаружить обрыв нулевого провода и проверить надежность отключения аппаратами защиты поврежденного участка сети. Замыкание фазного провода на нулевой или на корпус электрооборудования, при пробое изоляции, вызывает появление аварийного тока, который должен быть достаточен для быстрого срабатывания защиты. Проверка производится для наиболее удаленных и наиболее мощных электроприемников, но не менее чем для 10% их общего количества.

Проверка надежности и быстроты отключения аварийного участка сети состоит в следующем. По одному из существующих методов измеряют полное сопротивление петли фаза — нуль Z_{Π} и по измеренной величине Z_{Π} и фазному напряжению сети U_{ϕ} вычисляют возможную величину тока однофазного замыкания на корпус I_{ϕ} . Этот ток сопоставляют с расчетным током срабатывания защиты испытываемого участка сети. Если возможный в данном участке сети ток аварийного режима превышает ток срабатывания защиты с достаточной кратностью (см. ниже), надежность отключения считается обеспеченной.

Если испытываемое электрооборудование может быть отключено, например, после монтажа или в перерывах эксплуатации, полное сопротивление петли фаза — нуль можно измерить методом амперметра—вольтметра (рис. 6.41).

Для измерения сопротивления петли фаза — нуль каково-либо электроприемника от питающей его линии на всем протяжении должны быть отключены все остальные электроприемники. Перед измерением необходимо проверить изоляцию испытываемой цепи. Измерение производят на переменном токе от понижающего трансформатора, один из выводов вторичной обмотки которого и вольтметр PV подключаются на подстанции к нулевому проводу. Другой вывод нагруженного трансформатора TV присоединяют к одному из фазных проводов за ближайшим от питающего трансформатора Т защитным аппаратом.

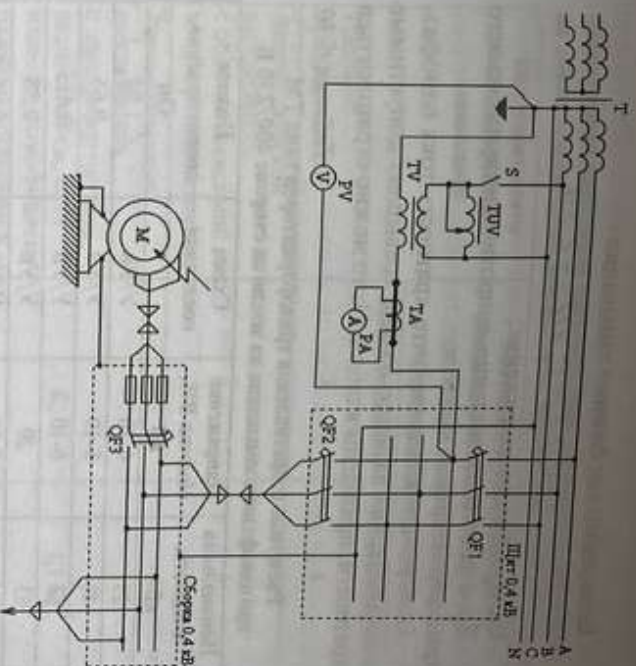


Рис. 6.41. Схема измерения сопротивления петли фаза — нуль по методу амперметра—вольтметра

Непосредственно перед измерением делается искусственное замыкание одного фазного провода на корпус электроприемника. После включения рубильника S плавно увеличивают ток при помощи автотрансформатора ТУУ. Измерительный ток должен быть не менее 10–20 А, а также должен быть меньше номинального тока плавной вставки. После снятия показаний с измерительных приборов определяют полное сопротивление петли.

$$Z'_{\Pi} = U_{PV} / I_{PA}$$

Полученное значение должно быть арифметически сложено с расчетным значением полного сопротивления одной фазы питающего трансформатора $Z_T / 3$ (значение $Z_T / 3$ берется из табл. 6.10). Полное сопротивление петли фазный провод — нулевой провод — фаза трансформатора определяется из выражения

$$Z_{\Pi} = Z'_{\Pi} + Z_T / 3$$

Возможный ток фазного замыкания

$$I_k = U_\phi / Z_n = U_\phi / (Z'_n + Z_r/3),$$

где U_ϕ — фазное напряжение;

Z_r — расчетное значение сопротивления питающего трансформатора.

Если расчет показывает, что кратность тока однофазного замыкания на землю на 30% превышает допустимые кратности, приведенные в табл. 6.11, то можно ограничиться

Таблица 6.10.

Расчетные сопротивления трансформаторов типа ТМ при однофазном замыкании на землю на стороне 400/230 В

Номинальная мощность, кВА	Напряжение обмотки ВН, кВ	Схема соединения	Полное сопротивление, Ом
25	6-10	У/Ун	1,04
40	6-10	У/Ун	0,65
63	6-10	У/Ун	0,413
63	20	У/Ун	0,38
100	6-10	У/Ун	0,26
100	20-35	У/Ун	0,253
160	6-10	У/Ун	0,162
160	20-35	У/Ун	0,159
250	6-10	У/Ун	0,104
250	20-35	У/Ун	0,102
400	6-10	У/Ун	0,065
400	20-35	У/Ун	0,045
400	6-10	Д/Ун	0,022
630	6-10	У/Ун	0,043
630	20-35	У/Ун	0,04
630	6-10	Д/Ун	0,014
1000	6-10	У/Ун	0,027
1000	20-35	У/Ун	0,027
1000	6-10	Д/Ун	0,009
1000	20-35	Д/Ун	0,01

Примечание: условные обозначения схем соединений трансформаторов: У — звезда; Ун — звезда с выведенной нейтральной точкой; Д — треугольник.

Таблица 6.11.

Наименьшая допустимая кратность тока однофазного замыкания на землю относительно номинальных уставок защитных устройств

Вид защиты сети от однофазных замыканий	Кратность тока однофазного замыкания на землю относительно уставок защиты для сети, расположенной в помещении:	
	независимом	зависимом
Плавкий предохранитель	3	4
Автоматический выключатель с обратной зависимой от тока характеристикой	3	6
Автоматический выключатель с электромагнитным расцепителем, если известен коэффициент разброса уставовки K_p (по данным завода)	1,1 K_p	1,1 K_p
То же при отсутствии заводских данных по K_p , при $I_{ном}$ установок: до 100 А	1,4	1,4
более 100 А	1,25	1,25

расчетом. В противном случае, следует произвести измерение по схеме на рис. 6.41.

При измерении полного сопротивления петли фаза — нуль схема сетей должна находиться в таком состоянии, как при нормальной эксплуатации. Все заземлители и заземляющие проводники (искусственные и естественные), а также повторные заземления нулевых проводов должны остаться присоединенными.

Прибор М-417, выпускаемый для контроля сопротивления фаза — нуль в сетях переменного тока промышленной частоты напряжением 380 В $\pm$ 10% без отклонения испытываемого объекта, дает результаты, близкие к истинным.

только в случаях цепей, содержащих главным образом активное сопротивление (длинные кабели, питаемые мощным трансформатором).

При измерениях в цепях с углом сдвига прибор дает большие погрешности. Дополнительную погрешность вызывает невозможность одновременной фиксации величин напряжения сети и сопротивления.

В связи с этим прибором М-417 пользуются в основном в условиях эксплуатации, так как метод не требует снятия напряжения с объекта измерения. В настоящее время выпускаются цифровой измеритель тока кз Ц41160 (вместо М-417), измеряющий токи в диапазоне 10–1000 А и цифровой измеритель сопротивления цепи фаза — нуль ЕР-180 (0,1–20 Ом).

ГЛАВА 7. ПРОВЕРКА И ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

7.1. Объем работ по наладке электрических машин

Общие указания по программе и методике испытаний электрических машин приведены в ГОСТе и в [16].

Испытания и проверки электрических машин проводят в соответствии с объемами и нормами в этих документах.

В программу испытаний электрических машин перемного тока входят:

1) испытание стали статора (у электродвигателей с жесткими катушками или со стержнями при полной замене обмоток);

2) измерение сопротивления изоляции обмоток статора и ротора, заложенных в машину термондикаторов с соединительными проводами, подшипников;

3) испытание электрической прочности повышенным напряжением промышленной частоты;

4) измерение сопротивления постоянному току обмоток статора и ротора, а также реостатов и пускорегулирующих устройств;

5) испытание витковой изоляции обмотки импульсным напряжением высокой частоты;

6) измерение зазоров между сталью ротора и статора (если позволяет конструкция электродвигателя);

7) измерение зазоров в подшипниках скольжения;

8) проверка работы электродвигателя на холостом ходу;

9) измерение вибрации подшипников электродвигателя (производятся у электродвигателей напряжением 3000 В и выше и электродвигателей ответственных механизмов);

10) измерение разбегта ротора в осевом направлении (производятся у электродвигателей, имеющих подшипники скольжения, ответственных механизмов или в случае выемки ротора);