

Сопротивление изоляции $R_{\text{и}}$ в связи с явлением поляризации зависит от времени приложения напряжения к изоляции. Практически у большинства видов изоляции поляризационные процессы завершаются через 60 с после приложения постоянного напряжения, т.е. в момент, к которому ток абсорбции в изоляции в основном затухает. Поэтому правильный результат может дать измерение тока утечки через изоляцию по истечении 1 мин после приложения к ней напряжения. Измерение производят с помощью мегаомметров, откалиброванных непосредственно в значениях сопротивления постоянному току.

Мегаомметры можно также использовать для испытания изоляции электроаппаратуры 0,4 кВ повышенным напряжением.

При выполнении наладочных работ широко применяют мегаомметры различных типов и напряжений (на 100, 250, 500, 1000 и 2500 В).

Мегаомметры можно также использовать для испытания изоляции электроаппаратуры 0,4 кВ повышенным напряжением.

При выполнении наладочных работ широко применяют мегаомметры различных типов и напряжений (на 100, 250, 500, 1000 и 2500 В).

Определение $R_{\text{из}}$ производится измерением тока утечки, проходящего через изоляцию, при приложении к ней выпрямленного напряжения. Измерительный прибор в составе мегаомметра, измеряющий ток или отношение токов, должен быть очень чувствительным, а напряжение источника тока должно быть по возможности большим.

Шкала мегаомметра откалибрована непосредственно в значениях сопротивления постоянному току, поскольку по значению тока утечки через изоляцию достаточно сложно судить о её состоянии.

Выбор типа мегаомметра зависит от параметров измеряемого электрооборудования и производится как по пределу измерения, так и по номинальному напряжению.

Наиболее широко в настоящее время используются электронные мегаомметры типа Ф 4101, Ф 4102, как наиболее современные. Также освоены выпуск мегаомметров

типа ЭС 0202, ЭС 0210. Однако на практике в наладочных организациях всё ещё находят применение мегаомметры различных типов, выпуск которых прекращен (М 4100, МС 05). Измерение $R_{\text{из}}$ мегаомметрами производят по схемам, приведённым на рис. 2.23.

Перед началом измерения должна быть проверена исправность мегаомметра. Для этого прибор устанавливают в горизонтальное положение, зажимы 1 и 3 замыкают накоротко, вращают рукоятку привода генератора и проверяют совпадения стрелки с нулевой отметкой. Затем при разомкнутых зажимах и вращении рукоятки привода генератора стрелка измерителя должна установиться на отметке ∞ .

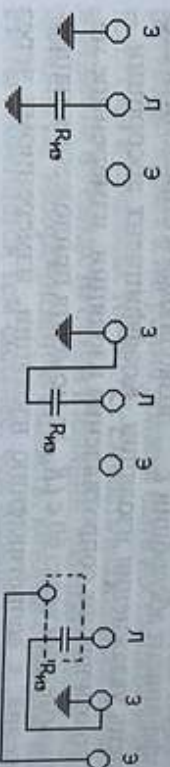


Рис. 2.23. Схемы измерения мегаомметром сопротивления изоляции:
а — относительно земли; б — между токопроводящими жилами;
в — между токопроводящими жилами при исключении влияния тока утечки

В случае, когда результат измерения может быть искажен поверхностными токами утечки, например, за счет увлажненности поверхности изолирующих частей установок, на изоляцию объекта измерения накладывают токоотводящий электрод, присоединяемый к зажиму Э (экран) для исключения возможности прохождения токов утечки через рамку логометра, используемого в приборах в качестве измерительного органа. При измерении $R_{\text{и}}$ между жилами кабеля таким экраном может служить металлическая оболочка кабеля.

Перед измерением необходимо отключить электрооборудование от сети, заземлить его на 2–3 минуты для снятия остаточных зарядов, которые могут повлиять на показания прибора. При проверке изоляции электрооборудования необходимо отключить или закоротить все детали с пониженной изоляцией или пониженным испытательным напряжением (конденсаторы, полупроводниковые приборы, микросхемы и пр.).

Для присоединения мегаомметра к испытываемым объектам применяются гибкие провода необходимой длины, требуемого сечения и с усиленной изоляцией. Провода должны иметь на концах шупы с изолированными рукоятками и ограничительным кольцом по условиям техники безопасности. После окончания измерения испытываемая обмотка должна быть разряжена, так как в противном случае эти заряды, сохраняясь продолжительное время, могут служить причиной поражения эксплуатационного персонала при прикосновении к выводам обмоток.

Вторым основным показателем состояния изоляции электрических машин и трансформаторов является коэффициент абсорбции k_{abc} , позволяющий определить степень увлажнения изоляции. Коэффициент абсорбции — это отношение сопротивления изоляции, измеренное мегаомметром через 60 с (R_{60}) с момента приложения напряжения, к сопротивлению изоляции, измеренному через 15 с (R_{15}).

$$k_{abc} = R_{60} / R_{15}$$

Опытным путем установлено, что для сухой изоляции коэффициент абсорбции должен быть больше 1,3, а у увлажненной изоляции он близок к единице. Это объясняется временем заряда абсорбиционной емкости у сухой и влажной изоляции (рис. 2.24).

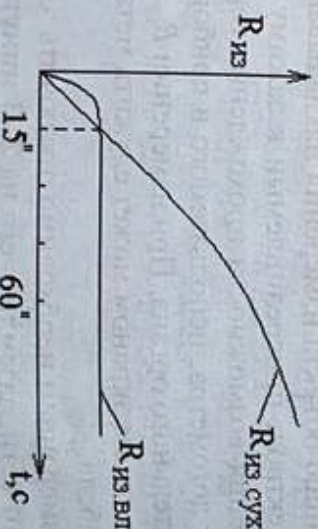


Рис. 2.24. Кривые изменения во времени токов и $R_{из}$ сухой и влажной изоляции при приложении к ней выпрямленного напряжения

Сопротивление изоляции и коэффициент абсорбции сильно зависят от температуры. Поэтому для сравнения следует пользоваться их значениями, измеренными при одной температуре. Измерение этих параметров, опреде-

ляющих состояние изоляции, производится при температуре не менее $+10^{\circ}\text{C}$, так как при более низких температурах из-за нестойкого повышения влаги результаты измерения не отражали бы истинного состояния изоляции. При температуре ниже 0°C вода превращается в лед, который является идеальным диэлектриком. Измерение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции проводят при температуре $10-30^{\circ}\text{C}$.

Определение увлажненности изоляции может быть произведено емкостными методами.

Метод «емкость—частота» основан на измерении емкости изоляции на двух частотах 2 и 50 Гц. При этом температура во время измерения должна быть постоянной и находиться в пределах $10-30^{\circ}\text{C}$. Емкость влажной изоляции, в отличие от емкости сухой изоляции, содержит более значительную абсорбиционную емкость, которая с ростом частоты изменяется тем сильнее, чем больше степень неоднородности изоляции. При измерении емкости изоляции на частоте 50 Гц (C_{50}) успевают проявиться только геонестрическая емкость, одинаковая у сухой и влажной изоляции. При измерении емкости изоляции на частоте 2 Гц (C_2) успевают проявиться абсорбиционная емкость влажной изоляции, так как у сухой изоляции она меньше и заряжается очень медленно. Поэтому чем ближе друг к другу значения емкости C_2 и C_{50} , тем качественнее изоляция, а отношение C_2/C_{50} близко к единице. Изоляция недопустимо увлажнена, если $C_2/C_{50} > 1,3$. Измерение C_2/C_{50} производят приборами контроля влажности (например ПКВ-13) между каждой обмоткой и корпусом при заземленных свободных обмотках. Метод применяется в основном для оценки состояния волокнистой изоляции класса А, используемой в залитых маслом силовых трансформаторах напряжением 35 кВ и ниже.

Метод «емкость—время» основан на измерении прироста емкости ΔC во времени и определении отношения $\Delta C/C$. При этом методе производят заряд емкости изоляции, а затем быстрый (закорачиванием сразу после окончания заряда) и медленный разряды (закорачиванием через 1 с после окончания заряда). В первом случае опреде-

ляется емкость C , во втором случае — прирост емкости за счет абсорбционной емкости, которая успевает проявиться за 1 с у влажной изоляции и не успевает проявиться у сухой. Опытным путем установлено, что отношение $\Delta C/C$ не должно превышать $0,1$.

Метод «емкость—температура» основан на измерении емкости увлажненной изоляции в интервале температур $20-80^\circ\text{C}$. Для неувлажненной изоляции увеличение емкости не должно превышать $15-20\%$

$$(C_{80} - C_{20}) / C_{20} < 0,2,$$

где C_{80} и C_{20} — емкости соответственно при 80 и 20°C .

Недостатком метода является трудность нагрева больших масс оборудования и получение равномерного распределения температуры по изоляции. У трансформаторов температура изоляции может быть измерена термометром, установленным в верхних слоях масла, или по сопротивлению обмоток.

Метод измерения тангенса угла диэлектрических потерь. Распространенным методом определения состояния изоляции электрооборудования является измерение тангенса угла диэлектрических потерь $\lg \delta$.

Диэлектрическими потерями называют энергию, рассеиваемую в электроизоляционном материале под воздействием на него электрического поля. Способность диэлектрика рассеивать энергию в электрическом поле обычно характеризуют углом диэлектрических потерь, а также тангенсом этого угла. Измерение $\lg \delta$ позволяет следить за процессом старения, увлажнения и загрязнения изоляции. Сложная изоляция со временем расслаивается, в ней образуются воздушные прослойки, в нее проникает влага, что снижает качество изоляции и увеличивает потери в диэлектрике. Протекающий через изоляцию ток поляризации вызывает ее нагрев, который и обуславливает потери, называемые диэлектрическими, проявляющиеся при приложении к изоляции переменного напряжения. Отношение активной составляющей тока, проходящего через изоляцию к реактивной (емкостной), представляет собой тангенс угла диэлектрических потерь $\lg \delta$.

$$\lg \delta = I_a / I_c$$

Активная составляющая обусловлена активными потерями на нагрев и ионизацию, реактивная составляющая — ложенного переменного напряжения. На рис. 2.25 приведена векторная диаграмма токов, протекающих через изоляцию.

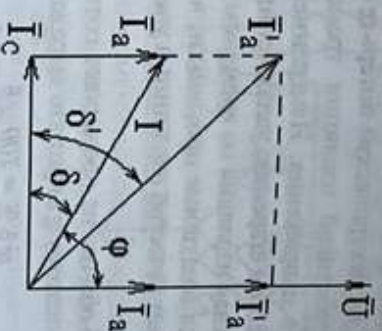


Рис. 2.25. Диаграмма токов при приложении к изоляции переменного напряжения

Активный ток мог бы являться показателем состояния изоляции, но так как диэлектрические потери зависят не только от свойств и состояния изоляции, но и от приложенного напряжения, то по значению активной составляющей тока еще нельзя судить о качестве изоляции.

Тангенс угла диэлектрических потерь характеризует общее состояние изоляции, и в первую очередь ее увлажненность.

Появление дефекта или увлажнение диэлектрика вызывает увеличение активного тока I_a , что в свою очередь влечет за собой увеличение угла δ и $\lg \delta$. Емкостная составляющая тока I_c практически не меняется, так как зависит в основном от геометрических размеров изоляции.

Тангенс угла диэлектрических потерь $\lg \delta$ зависит от температуры и значения прикладываемого напряжения.

Измерение $\lg \delta$ широко используется для оценки состояния изоляции трансформаторов и вводов баковых выключателей высокого напряжения. Значение $\lg \delta$ норми-

руется для температуры 20 °С, поэтому измерение следует производить при температурах, близких к нормированной.

Для измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь применяют мосты переменного тока различных типов.

Тангенс угла диэлектрических потерь трансформаторов и электрических машин измеряют между каждой обмоткой и корпусом при заземленных свободных обмотках.

Тангенс угла диэлектрических потерь $\lg \delta$ является важнейшей характеристикой изоляции трансформаторов и вводов высокого напряжения. Измерение $\lg \delta$ позволяет следить за процессом старения, увлажнения и загрязнения изоляции. Сложная изоляция со временем расслаивается, в ней образуются воздушные прослойки, в нее проникает влага, что снижает качество изоляции и увеличивает потери в диэлектрике.

Значение $\lg \delta$ обычно не превышает сотых или десятых долей единицы, поэтому $\lg \delta$ принято выражать в процентах.

$$\lg \delta \% = 100 \lg \delta$$

Значение $\lg \delta$ нормируется для каждого вида оборудования и зависит от температуры и значения прикладываемого напряжения. Для электрических машин измерение $\lg \delta$ не нашло применения.

Измерение $\lg \delta$ основной изоляции производится при высоких 3–10 кВ и низких напряжениях. Напряжение выбирается так, чтобы облегчить испытательное устройство при сохранении достаточной чувствительности прибора. Значение $\lg \delta$ нормируется для температуры 20 °С, поэтому измерение следует производить при температурах, близких к нормированной (10–20 °С). В этом диапазоне температур изменение диэлектрических потерь невелико, и для некоторых типов изоляции измеренное значение может без пересчета сравниваться с нормированным для 20 °С. Измеренные значения $\lg \delta$ не должны превосходить по абсолютным значениям заводские данные более чем на 30%.

Для измерения $\lg \delta$ применяются измерительные мосты переменного тока типов Р 5026, МД-16, Р 525 и Р 595. Эти-

ми мостами можно измерять диэлектрические потери как по нормальной, так и по перевернутой схеме. Нормальную схему измерения (рис. 2.26 а) применяют для объектов, изолированных от земли, перевернутую схему (рис. 2.26 б) применяют для измерения диэлектрических потерь объектов, имеющих один наглухо заземленный электрод.

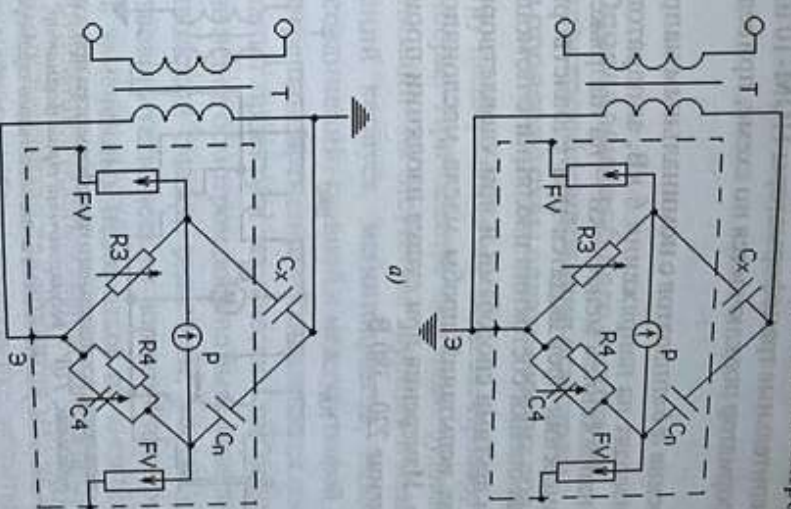


Рис. 2.26. Измерение диэлектрических потерь мостовым методом по нормальной (а) и перевернутой (б) схемам.

Т — испытательный трансформатор; C_x — испытываемый объект;
 C_n — образцовый конденсатор; R_3 — регулируемый резистор;
 R_4 — постоянный резистор; C_4 — магазин емкости; Э — вывод заземления;
 P — нуль-индикатор; FV — реохом.

По нормальной схеме измерения высокое напряжение от вспомогательного трансформатора подается на токовыводящий вывод проверяемого объекта. В перевернутой схеме измерения $\lg \delta$ зажимы моста для заземления и подачи высокого напряжения меняются местами. Перевернутая схе-

изоляции трансформаторов. Однако измерения I_{δ} парате вводов могут производиться только по проверочной схеме в связи с тем, что один из электродов в этих случаях заземлен.

В качестве испытательного трансформатора используются измерительные трансформаторы НОМ-10 или НОМ-6. Трансформатор подключается по схеме, приведенной на рис. 2.27.

Измерения I_{δ} аппаратов с номинальным напряжением 6 кВ производят на напряжении 6 кВ, аппаратов с номинальным напряжением менее 6 кВ — на напряжении 380 В. Измерения производятся при удовлетворительных результатах оценки состояния изоляции с помощью омметра и другими способами и при удовлетворительных результатах испытаний пробы масла мастонаполненных аппаратов. Измерения при сушке изоляции производятся на напряжение 220—380 В.

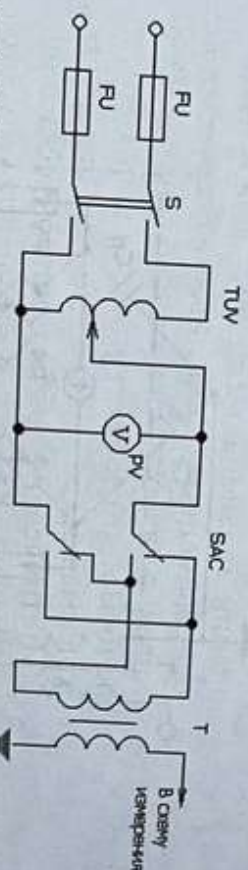


Рис. 2.27. Схема включения испытательного трансформатора при измерении I_{δ} .
S — рубильник; TUV — регулировочный трансформатор;
SAC — переключатель полноты вводов испытательного трансформатора T

Результаты измерения I_{δ} сравниваются с допустимыми нормами и результатами предыдущих измерений, в том числе заводских.

Любые измерения мостом производятся с полным выполнением требований правил техники безопасности.

ГЛАВА 3. РЕГУЛИРУЮЩАЯ АППАРАТУРА И ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

3.1. Определение общего состояния электрооборудования осмотров и проверка схем электрических соединений

Осмотру подвергаются все виды электрооборудования, реле, приборы. При осмотре электрооборудования обращается внимание на отсутствие коррозии и механических повреждений корпуса, магнитопровода, выводов, контактов соединений, главной и межвитковой изоляции. При осмотре одновременно устанавливается соответствие оборудования проекту и техническим требованиям. Оборудование перед осмотром должно быть очищено от пыли, грязи, заводской смазки, ржавчины; монтаж его должен соответствовать техническим нормативным требованиям. Перечень замеченных недостатков по внешнему состоянию оборудования предъявляется монтажному и эксплуатационному персоналу для принятия мер по их устранению. Дальнейшие работы по проверке, испытаниям и наладке проводятся только после устранения дефектов.

Проверка схем электрических соединений. Проверка схем соединений включает первичные (силовые) и вторичные цепи (как внутренние, так и внешние). Это проверка состоит из внешнего осмотра, прозвонки цепей, определения полноты вводов обмоток, измерения сопротивления изоляции и её испытания, контроля работы схемы от временного источника напряжения. Правильность монтажа вторичных цепей в пределах панели, шкафа, аппарата при открытии его выполнения может быть проверена путем простого прослеживания проводников. При

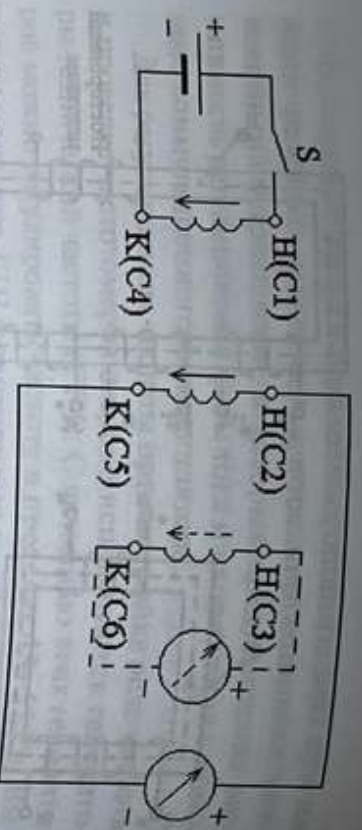


Рис. 3.11. Схема определения полярности обмоток асинхронного двигателя

Если присоединить плюс батареи к началу первой обмотки, а плюс гальванометра поочередно к началам второй и третьей обмоток, то в момент замыкания цепи источника постоянного тока гальванометр в случае правильной маркировки будет отклоняться влево.

Такое отклонение обуславливается сдвигом в пространстве обмоток и сердечников машин на 120° (электрических) по отношению друг к другу. Проверка производится подачей напряжения на обмотки всех фаз.

3.5. Испытание изоляции повышенным напряжением

Электрическая прочность изоляции определяется способностью ее длительно выдерживать рабочее напряжение. Уменьшение электрической прочности вызывает в большинстве случаев наличием грубых и сосредоточенных дефектов в изоляции, таких как трещины, изломы, проколы, значительные расслоения, воздушные включения и т.п., которые из-за недостаточного уровня напряженности электрического поля не могли быть обнаружены при предварительной проверке и измерениях.

Для выявления этих дефектов проводят испытания изоляции повышенным напряжением промышленной частоты, а в некоторых случаях напряжением постоянного тока.

Испытание изоляции повышенным напряжением проводится после контроля ее состояния неразрушающими методами (измерение сопротивления изоляции, коэффициента абсорбции, тока утечки, емкостных характеристик

и т.д.) и при условии удовлетворительных их результатов. Установленный уровень испытательных напряжений соответствует пробивным напряжениям изоляции при наличии в ней грубых дефектов, поэтому при испытаниях повышенным напряжением и выявляются эти дефекты. Уровень испытательных напряжений ниже уровня пробивного напряжения для нормальной изоляции и уровня заводских испытательных напряжений и составляет от этого уровня 75%. Это объясняется нецелесообразностью развивать во время испытаний незначительные дефекты, не влияющие на нормальную работу, до опасных, существенно уменьшающих электрическую прочность во время эксплуатации и не выявляемых при испытаниях.

Испытательное напряжение прикладывается к объекту проверки для выявления дефектов в течение времени, достаточного для развития разряда в местном дефекте вплоть до пробоя. Для этого, а также во избежание преждевременного старения изоляции время приложения испытательного напряжения ограничено и составляет для главной изоляции 1 мин, а для межвитковой изоляции 5 мин. Продолжительность испытания межвитковой изоляции больше потому, что запас электрической прочности у витковой изоляции значительно выше, чем у главной. Указанного времени обычно достаточно для осмотра электрооборудования во время его испытания и выявления места пробоя.

В качестве испытательного напряжения обычно используется напряжение промышленной частоты 50 Гц как доступное в условиях эксплуатации. Кроме того, напряжение промышленной частоты обеспечивает возможность проведения испытания изоляции при наличии таких же диэлектрических потерь и такого же распределения градиентов электрического поля, как и в условиях эксплуатации.

Испытание повышенным напряжением выпрямленного тока используется главным образом для определения состояния изоляции крупных электрических машин, тяговых выпрямителей, разрядников и силовых кабелей. К преимуществам выпрямленного напряжения можно отнести более равномерное распределение напряжения вдоль обмотки у электрических машин; меньшую мощность выпрям-

тельных установок высокого напряжения по сравнению с установками переменного напряжения; большую безопасность для изоляции выпрямленного напряжения; возможность при испытаниях выпрямленным напряжением; во-вторых, измерять ток утечки, который является дополнительным критерием оценки состояния изоляции. Время испытания изоляции выпрямленным напряжением более продолжительно и установлено нормами до 10–20 мин, что позволяет внимательней осматривать изоляцию оборудования во время испытания пробоев при испытаниях. Основным недостатком испытания выпрямленным напряжением является неравномерное распределение напряжения по толщине изоляции из-за ее неоднородности и распределение напряжения в зависимости от проводимости отдельных ее частей. Некоторую специфику имеют испытания

Испытанию изоляции электрооборудования переменным током промышленной частоты должны предшествовать тщательный осмотр и оценка изоляции другими методами (измерением $\tan \delta$, сопротивления изоляции, распределения напряжений и т.д.). При наличии видимых дефектов изоляции, поразении или увлажнения, получении неудовлетворительных данных при проверке другими методами испытание изоляции повышенным напряжением не проводят.

Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты в общем случае проводится по схеме, приведенной на рис. 3.12.

Рис. 3.12. Схема испытания на долговечность электрооборудования повышенным напряжением переменного тока:
S – автоматический выключатель; T1 – результирующий автотрансформатор;
T2 – испытательный трансформатор;

R1 – резистор для ограничения тока в испытательном трансформаторе при пробоях в испытуемой изоляции (1–2 Ом на 1В испытательного напряжения);
 R2 – резистор для ограничения коммутационных напряжений на испытуемой изоляции при пробое разрядника (1 Ом на 1 В испытательного напряжения);
 FU – разрядник; L – испытуемая обмотка;

скоростью: до 25–30% $U_{\text{исп}}$ — неопраниченной, дальнейший подъем до 50% с произвольной скоростью, но плавный; до 100% $U_{\text{исп}}$ — со скоростью 1–2% с. По истечении времени испытания (1 мин.) напряжение плавно снижается и при значении, равном 30% $U_{\text{исп}}$, может быть отключено. Во время испытания с безопасного расстояния производятся осмотр и прослушивание испытуемой изоляции. Результат испытания считается удовлетворительным, если во время испытания не произошло пробоя или перекрытия изоляции, не было резких бросков стрелок амперметра (увеличения тока), и вольтметра (снижения напряжения), не было замечено дыма, запаха и гари, не прослушивались разряды.

Автоматический выключатель S должен обеспечивать надежное отключение тока, увеличивающегося при пробое изоляции.

Для защиты объекта испытания от чрезмерного испытательного напряжения на высокой стороне устанавливается шаровой разрядник, настраиваемый на 110% испытательного напряжения. Диаметр шаров разрядника зависит от пробивного напряжения.

Во избежание недопустимых перенапряжений в изоляции, вызванных высшими гармоническими составляющими, испытательный трансформатор присоединяется к линейному, а не к фазному напряжению (в линейном напряжении отсутствует наиболее опасная третья гармоника).

Измерение напряжения при испытаниях повышенным напряжением производится при значительной емкости объекта испытания (генераторов, мощных силовых трансформаторов) на стороне высокого напряжения, а также может быть замерено на стороне низшего напряжения испытательного трансформатора (в случаях менее ответственных испытаний).

Для испытания повышенным напряжением при пусконаладочных работах могут использоваться измерительные трансформаторы напряжения. При использовании трансформаторов напряжения типа НОМ для получения достаточной мощности возможно параллельное включение однопитных трансформаторов, а для получения достаточного напряжения в том случае, если номинальное напряжение испытательного трансформатора меньше, чем испытательное, можно использовать схему последовательного включения двух трансформаторов (рис. 3.13).

Изоляция считается выдержавшей испытание, если не было отмечено ее частичных нарушений, выявленных по показаниям приборов или визуально (появление дыма, выделение газа, скользящие разряды по поверхности).

В практике наладочных работ широко используются комплектные испытательные установки, в том числе смонтированные на автомашине. Очень удобны в работе установки АИИ-70М, АИМ-80, АИМ-90. Установки предназначены для испытания повышенным напряжением пе-

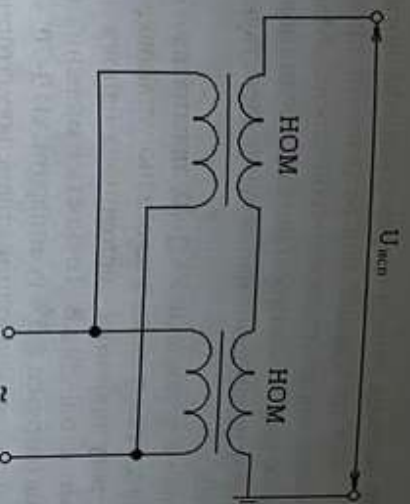


Рис. 3.13. Схема удвоения испытательного напряжения с применением измерительных трансформаторов напряжения НОМ

ременного и выпрямленного тока изоляции электрооборудования с номинальным напряжением до 10 кВ включительно, в том числе силовых кабелей и жилких электриков, а также отдельных элементов опорной и подвесной изоляции в электроустановках 35–220 кВ.

Установка АИИ-70М позволяет получить максимальное напряжение переменного тока промышленной частоты 50 кВ, максимальное выпрямленное напряжение 70 кВ, мощность трансформатора при испытании переменным током 2 кВ·А.

Установка АИМ-80 обеспечивает возможность получения переменного испытательного напряжения до 80 кВ, имеет удобное плавное регулирование напряжения, обладает портативностью. Наличие в установке заземления средней точки обмотки ВН трансформатора ограничивает практическое получение испытательного напряжения относительно земли до 40–45 кВ.

Установка для испытания диэлектриков АИД-70 и АИП-70 предназначена для испытания изоляции силовых кабелей выпрямленным напряжением, для испытания твердых диэлектриков — синусоидальным напряжением частотой 50 Гц, а также для прожига силовых кабелей (АИП-70). Установка АИП-70 обладает дополнительными возможностями — плавная регулировка напряжения и функции высоковольтного прожига изоляции для обнаружения

места повреждения кабеля (перевод однофазного замыкания в двух- или трехфазное или разрушение проводящего мостика между жилой или оболочкой кабеля). Максимальное выходное выпрямленное напряжение установок 70 кВ, максимальное переменное напряжение (действующее значение) 50 кВ.

Назначение установок УКД-70, предназначенной для испытания диэлектриков, аналогично установке АИД-70. Диапазон регулирования постоянного напряжения 0–70 кВ, переменного 0–50 кВ. Точность измерения напряжений и токов нагрузки $\pm 3\%$ (у аппарата АИД-70 — 4,5%).

Установки для испытания трансформаторного масла КРН-901 и АИМ-90 предназначены для оперативного контроля технического состояния (величины пробивного напряжения) электроизоляционных масел в трансформаторах, масляных выключателях на подстанциях и трансформаторных булах, в процессе очистки в системах удаления из масла воды и механических примесей. Наибольшее пробивное напряжение испытываемого масла 10–90 кВ, способ отображения информации — аналоговый для АИМ-90 и аналоговый или цифровой для КРН-901.

Одним из основных недостатков установок с кенотронными выпрямителями является рентгеновское излучение. Для замены кенотронных ламп в настоящее время широко применение в качестве выпрямителей находят полупроводниковые вентили (селеновые, германиевые). В этом случае установка более проста и отсутствует накаливающий трансформатор.

Изоляция цепей и аппаратов вторичных устройств после предварительной проверки с помощью мегаомметра, за исключением цепей и аппаратов, рассчитанных на рабочее напряжение 60 В и ниже, подвергается испытанию повышенным напряжением 1000 В переменного тока повышенной частоты в течение 1 минуты. Испытанию подвергается полностью собранная схема с помощью испытательных установок.

Перед испытаниями выполняют подготовительные операции, при которых необходимо убедиться в отсутствии напряжения на испытываемом оборудовании

и отсоединить от возможного к нему присоединению, снять все заземляющие проводники в схеме вторичных цепей трансформаторов тока; отключить или закоротить первичные обмотки трансформаторов напряжения; отключить от схемы элементы с более низким уровнем изоляции (полупроводниковые элементы, блоки и панели с микросхемами, выпрямители, конденсаторы); закоротить и отсоединить между собой обмотки промежуточных трансформаторов. Особое внимание следует обратить на тщательную проверку схемы и принятие мер, исключающих переход испытательного напряжения на другие соседние схемы.

При отсутствии испытательной установки испытания могут быть проведены по схеме, приведенной на рис. 3.14, с использованием в качестве испытательного трансформатора трансформатор напряжения типа НОМ-3 или другого трансформатора с коэффициентом трансформации 1000–3000/100–200.

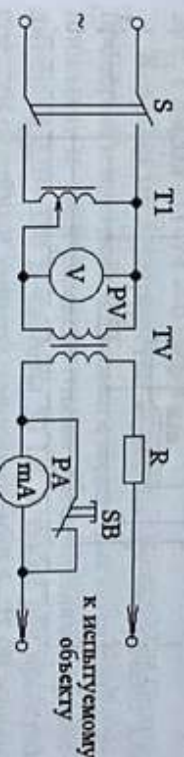


Рис. 3.14. Схема испытания изоляции вторичных устройств повышенным напряжением промышленной частоты.
S — рубильник; T1 — регулировочный автоматотрансформатор;
TV — трансформатор напряжения;
SB — кнопка включения микроамперметра при измерении;
R — ограничительный резистор

Включение микроамперметра производится периодически при подъеме напряжения и постоянно в течение всего времени испытания. Резистор R в схеме устанавливается для ограничения тока при пробое изоляции. Величина сопротивления резистора R выбирается, исходя из условия $R = 1000/k^2$, где k — коэффициент трансформации испытательного трансформатора.

Изоляция считается выдержавшей испытание, если в процессе его не обнаружены пробой изоляции, скользящие разряды, резкие толчки тока и напряжения, а при второй проверки изоляции мегаомметром ее сопротивление не уменьшилось.

Протяженные цепи вторичной коммутации испытывают по участкам.

Испытание изоляции вторичных цепей может быть произведено по схеме, приведенной на рис. 3.15. Корпус регулируемого трансформатора и первичную обмотку испытательного трансформатора и первичного трансформатора. Испытательная схема подключается к сети 220 В через рубильник или выключатель с видимым разрывом. Устанавливают регулировочное устройство в нулевое положение и затем подают напряжение.

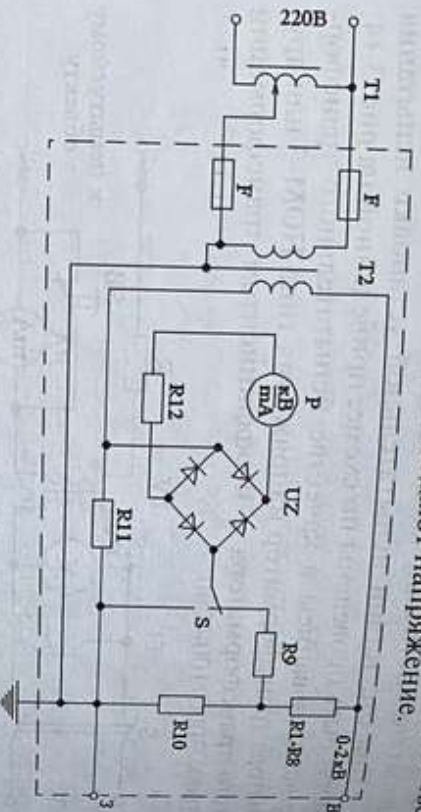


Рис. 3.15. Схема испытательной установки для испытания изоляции повышенным напряжением:

Т1, Т2 — регулировочный и испытательный трансформаторы;

Р — измерительный прибор; R1—R10 — резисторы делителя напряжения;

R11 — шунт к измерительному прибору; R12 — дополнительный резистор к прибору;

U2 — выпрямитель; S — переключающая измеренная (встроен в прибор);

В — высоковольтный вывод; 3 — земля

Плавное поднимают напряжение до 500 В и схема осматривается на отсутствие разрядов, искр, тления и т.д. После чего испытательное напряжение поднимают до 1000 В и выдерживают его в течение 1 мин. По окончании испытания напряжение плавно доводится до нуля и испытательная установка отключается. Схема испытания разрядов на землю и проверка проверки сопротивления изоляции мегаомметром. Изоляция считается выдержавшей испытание, если в процессе его не обнаружены пробои изоляции, скользящие разряды, резкие толчки тока и напряжения, а при повторной проверке изоляции мегаомметром её сопротивление не уменьшилось.

3.6. Переносные и комплектные устройства для проверки коммутационной аппаратуры, реле, устройств релейной защиты

Наладочными организациями разработаны комплекты переносные устройства, позволяющие без больших затрат времени на подготовку схемы произвести ряд необходимых проверок коммутационной аппаратуры и устройств релейной защиты.

Комплект устройств для проверки автоматических выключателей, разработанной монтажно-наладочным управлением (МНУ) треста «Электроцентромонтаж», включает в себя нагрузочный трансформатор НТ-74, регулируемый автотрансформатор РНО-250-5 и электроизмерительные клещи. Комплект с одним НТ-74 позволяет получить токи промышленной частоты до 3 кА с длительностью до 20 с, с двумя НТ-74 — более 3 кА.

Комплектное устройство «Сатурн» предназначено для проверки и наладки автоматических выключателей с тепловыми и электромагнитными расцепителями присоединений 220–380 В частоты 50 Гц, а также для проверки средств релейной защиты присоединений 6–35 кВ и оценки тока короткого замыкания (к.з.) цепи фаза — нуль при соединении 380 В и тока КЗ на шинах 380 В. Устройство имеет два исполнения: «Сатурн-М» и «Сатурн-М1».

Устройства обеспечивают возможность проверки характеристик подключенных непосредственно к электрической автоматических выключателей путем создания искусственного замыкания за местом установки проверяемого аппарата с плавным регулированием значения тока тиристорами, с измерением его эффективного значения и времени отключения аппарата. Диапазон регулирования и измерения тока в схеме без нагрузочного трансформатора устройства «Сатурн-М» 10–2000 А, устройства «Сатурн-М1» 30–12000 А. Диапазон задания и измерения длительности протекания тока и времени отключения аппарата устройств «Сатурн» 0,01–99,99 с.

Устройство проверки электрооборудования 0,4 кВ УП-04 предназначено для проверки магнитных пускателей, кон-