

**МЕТОДИКА**  
на проведение испытаний измерительных  
трансформаторов тока и напряжения в  
электроустановках всех типов и классов напряжения

Содержание:	стр.
1. Область применения.....	3
2. Объём испытаний трансформаторов тока .....	5
3. Объём испытаний трансформаторов напряжения .....	5
4. Определяемые характеристики .....	5
4.1 Сопротивление изоляции.....	5
4.2. Испытание повышенным напряжением.....	6
4.3. Измерение сопротивления обмоток постоянному току.....	7
4.4. Испытание трансформаторного масла.....	7
4.5. Измерение коэффициента трансформации.....	7
4.6. Снятие вольтамперных характеристик ТТ.....	8
5. Условия испытаний и измерений .....	8
6. Средства измерений.....	8
7. Порядок проведения испытаний и измерений.....	9
7.1. Измерение сопротивления изоляции.....	9
7.2. Испытание повышенным напряжением.....	10
7.3. Измерение сопротивления обмоток постоянному току .....	10
7.4 Измерение коэффициента трансформации.....	11
7.5 Снятие вольт-амперных характеристик ТТ.....	12
8. Обработка данных, полученных при испытаниях. ....	12
9. Меры безопасности при проведении испытаний и охрана окружающей среды.....	12
10. Проведение работ с подачей повышенного напряжения от постороннего источника при испытании.....	13
11. Формы протоколов .....	16

## 1. Область применения.

Рекомендации настоящей методики распространяются на проведение испытаний измерительных трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН) в электроустановках всех типов, напряжения и систем.

Контроль за режимом работы электрических машин и аппаратов, измерение электрических величин, защита и автоматика в распределительных устройствах осуществляется с помощью различных электроизмерительных приборов и аппаратуры.

При больших номинальных токах электроустановок переменного тока измерительные приборы, реле и аппаратура автоматики присоединяется к соответствующему участку электрической цепи с помощью измерительных трансформаторов тока.

Применение измерительных трансформаторов тока позволяет: расширить пределы измерения токов, получив ток ограниченной, пропорциональной величины, что позволяет изготовить приборы измерения и обмотки реле со стандартной обмоткой (например, на 5А, или 1А)

Трансформаторы тока питают токовые обмотки измерительных приборов и реле (амперметров, счётчиков, ваттметров, реле тока, мощности и др.).

Первичные обмотки трансформаторов тока, изолированные соответственно номинальному напряжению установки, включаются последовательно в ту цепь, где необходимо измерять ток.

Внешний вид и размеры самых распространённых типов трансформаторов тока представлены на рисунке 1.

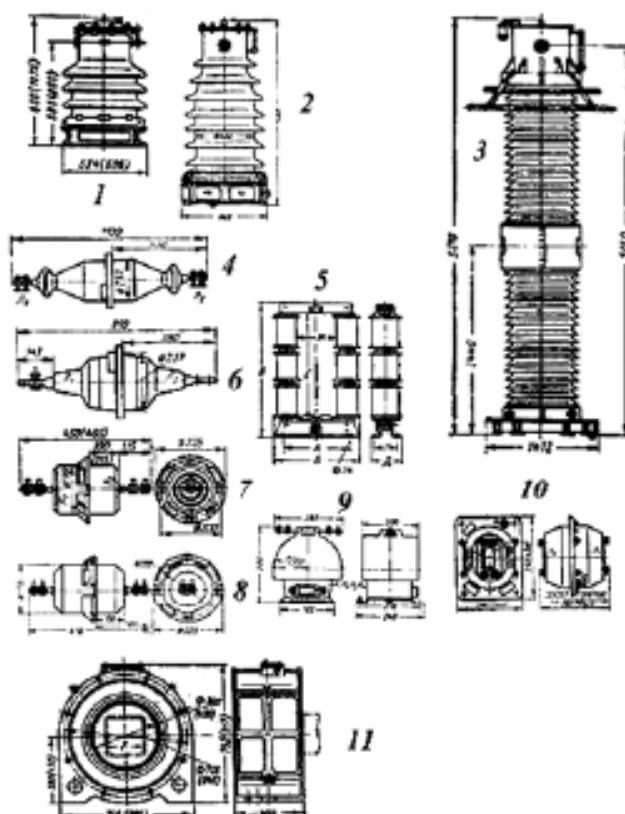


Рисунок 1. Трансформаторы тока.

На рисунке 1 изображены: 1 – ТФН-35М(в скобках – размеры для ТФНД-35М); 2 – ТФНД-110М; 3 – ТФНК-500(группа трансформаторов тока наружной установки с фарфоровой основной изоляцией); 4 – трансформатор тока ТПОЛ-35; 5 – ТНШ-0,5 (трансформатор тока на напряжение 0,5кВ и токи 15000 – 25000А); 6 – ТПОЛ-20; 7 – ТПОЛМ-10; 8 – ТВОЛ-10; 9 – ТКЛН-10; 10 – ТПШЛ-10; 11 – ТШЛ-20 (трансформаторы тока высоковольтные с литой изоляцией).

Вторичные обмотки трансформаторов тока изготавливают на ток 1; 2; 2,5 и 5А. Измерительные приборы и реле подключаются во вторичную цепь последовательно, а их шкала градуируется в соответствии с номинальным током первичной обмотки.

В целях предупреждения последствий пробоя изоляции между первичной и вторичной обмотками, последние обязательно заземляются. Заземление вторичных цепей трансформаторов тока осуществляется обычно как можно ближе к самому трансформатору.

Особенностью трансформаторов тока является то, что они работают в режиме, близком к режиму короткого замыкания, так как сопротивление их вторичных обмоток и присоединённых к ним приборов весьма мало.

Величина тока в первичной обмотке трансформатора тока зависит только от нагрузки, создаваемой потребителями в этой цепи. Изменение тока в первичной обмотке вызывает соответствующее изменение тока в цепи вторичной обмотки, при этом величина тока во вторичной цепи пропорциональна первичному току.

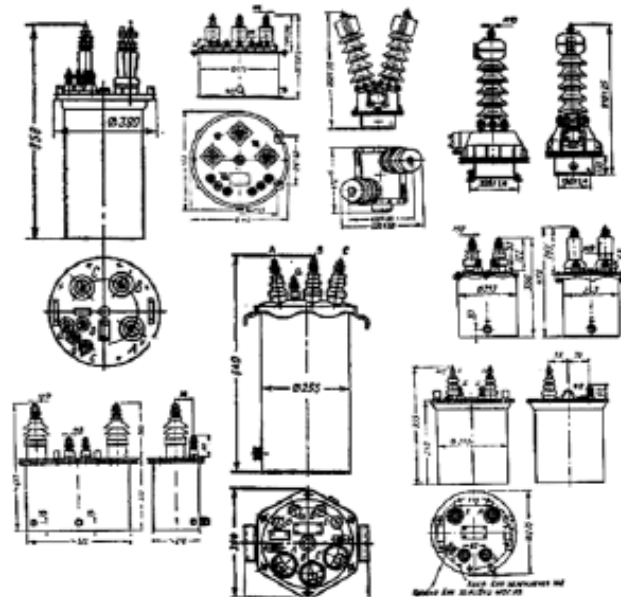


Рисунок 2. Трансформаторы напряжения.

Трансформаторы напряжения используются для включения контрольно-измерительных приборов и реле при больших номинальных напряжениях электроустановок.

Трансформаторы напряжения позволяют:

- Расширить пределы измерения обычных измерительных приборов, получив напряжение пропорциональной величины, что позволяет стандартизировать их обмотки
- Отделить измерительные приборы и реле от напряжений выше 380В и тем самым обеспечить безопасность их обслуживания. Трансформаторы напряжения питают обмотки напряжения измерительных приборов и реле (вольтметров, частотомеров, счётчиков, ваттметров, реле напряжения, мощности, частоты и др.) в установках напряжением выше 380В.

Первичные обмотки трансформаторов напряжения строятся на все номинальные напряжения от 380 до 500000В и включаются в цепь параллельно питающей сети; номинальные напряжения вторичной обмотки составляют 100В. Измерительные приборы и реле включаются во вторичную цепь трансформаторов напряжения параллельно, а их шкала градуируется в соответствии с номинальным напряжением первичной обмотки.

Трансформаторы напряжения на небольших подстанциях в некоторых случаях используются для питания ламп освещения, сигнализации, устройств автоматики и телеуправления.

Трансформаторы напряжения по своему устройству представляют собой обычные трансформаторы небольшой мощности.

При этом каждый трансформатор напряжения характеризуется двумя мощностями: номинальной и максимальной, выраженных в вольт – амперах.

Номинальная мощность определяет предел нагрузки, при котором гарантируется работа трансформатора в установленном для него классе.

Максимальная мощность определяет предел нагрузки трансформатора с точки зрения допустимого нагрева его обмоток. При нагрузке в пределах выше номинальной мощности (до максимальной включительно) трансформатор напряжения выходит из своего класса точности; в этом случае он работает как силовой (например, при использовании для питания линий освещения в цепях сигнализации и других собственных нужд подстанций).

Трансформаторы напряжения изготавливают однофазными и трёхфазными с сухой, литой или масляной изоляцией.

Точность измерения при посредстве измерительных трансформаторов зависит от погрешности (ошибки), которую допускают измерительные трансформаторы и присоединяемые к ним приборы.

Погрешности измерительных трансформаторов бывают двух видов: погрешность по коэффициенту трансформации, т.е. по напряжению или току (для трансформаторов напряжения или тока)

Первая из них зависит от ряда факторов, которые влияют на величину вторичного напряжения или тока при данных значениях первичных величин. Эта погрешность влияет на измерения всеми видами приборов, присоединённых ко вторичной обмотке измерительных трансформаторов.

Вторая (угловая) представляет собой угол сдвига фаз между повернутыми один относительно другого на  $180^{\circ}$  напряжениями (или токами) на зажимах первичной и вторичной обмоток.

Угловая погрешность влияет только на измерения приборами ваттметрового типа (ваттметр, фазометр, счётчики, реле мощности).

## **2. Объём испытаний трансформаторов тока:**

- 1) измерение сопротивления изоляции первичной и вторичной (вторичных) обмоток (К, М)
- 2) испытание повышенным напряжением изоляции обмоток (М)
- 3) снятие характеристик намагничивания трансформаторов (К)
- 4) измерение коэффициента трансформации (К).
- 5) измерения сопротивления обмоток по постоянному току(К)

## **3. Объём испытаний трансформаторов напряжения:**

- 1) измерение сопротивления изоляции обмоток первичной и вторичной (вторичных) (К, М)
- 2) испытание повышенным напряжением трансформаторов напряжения с литой изоляцией (К, М)
- 3) измерение сопротивления обмоток постоянному току (К)
- 4) измерение коэффициента трансформации (К).
- 5) испытание трансформаторного масла (К, М)

*Примечание: К – капитальный ремонт, испытание при приёмке в эксплуатацию;  
М – межремонтные испытания*

## **4. Определяемые характеристики.**

### **4.1. Сопротивление изоляции.**

В процессе эксплуатации измерения проводятся:

**на трансформаторах тока 3-35кВ** – при ремонтных работах в ячейках (присоединениях), где они установлены.

на трансформаторах тока 110кВ с бумажно-масляной изоляцией (без уравнильных обкладок) – при неудовлетворительных результатах испытаний масла  
на трансформаторах тока 220кВ и выше с бумажно-масляной изоляцией (без уравнильных обкладок) – при отсутствии контроля изоляции под рабочим напряжением и неудовлетворительных испытаниях масла

Измеренные значения сопротивления изоляции должны быть не менее значений, приведённых в таблице 1.

для трансформаторов напряжения 3-35кВ – при проведении ремонтных работ в ячейках, где они установлены, если работы не проводятся – не реже 1 раза в 4 года.

для трансформаторов напряжения 110-500кВ – 1 раз в 4 года.

Измеренные значения сопротивления изоляции при вводе в эксплуатацию и в эксплуатации должны быть не менее значений, приведённых в таблице 2.

Таблица 1.

### Значения сопротивления изоляции трансформаторов тока

Класс напряжения (кВ)	Допустимые сопротивления изоляции (МОм) не менее				
	Основная изоляция	Измерительный ввод	Наружные слои	Вторичные обмотки*	Промежуточные обмотки
3-35	1000/500	-	-	50(1)/50(1)	-
110-220	3000/1000	-	-	50(1)/50(1)	-
330-750	5000/3000	3000/1000	1000/500	50(1)/50(1)	1/1

\* Сопротивление изоляции вторичных обмоток приведены: без скобок – при отключённых вторичных цепях, в скобках – с подключёнными вторичными цепями

В числителе указаны значения сопротивления изоляции трансформаторов тока при вводе в эксплуатацию, в знаменателе – в процессе эксплуатации

Таблица 2.

### Значения сопротивления изоляции трансформаторов напряжения

Класс напряжения (кВ)	Допустимые сопротивления изоляции (МОм) не менее		
	Основная изоляция	Вторичные обмотки*	Связующие обмотки
3-35	100	50(1)	1
110-500	300	50(1)	1

\* Сопротивление изоляции вторичных обмоток приведены: без скобок – при отключённых вторичных цепях, в скобках – с подключёнными вторичными цепями

#### 4.2. Испытание повышенным напряжением.

Значения испытательного напряжения основной изоляции трансформаторов тока и напряжения приведены в таблице 3. Длительность испытания трансформаторов тока и напряжения с фарфоровой изоляцией – 1 минута, с органической изоляцией – 5 минут.

Допускается проведение испытаний трансформаторов тока совместно с ошиновкой. При совместном испытании измерительных трансформаторов с элементами ошиновки или другими аппаратами, продолжительность испытания принимается равной времени испытания для тех элементов сети, к которым подключены трансформаторы. Например, при испытании трансформаторов тока установленных в ячейке КРУ продолжительность испытания устанавливается равной 1 минуте (изоляторы ошиновки ячейки – фарфоровые). Трансформаторы тока напряжением выше 35кВ не подвергаются испытаниям повышенным напряжением.

**Значения испытательного напряжения промышленной частоты.**

Класс напряжения трансформатора (кВ)	Испытательное напряжение (кВ) для трансформаторов тока и напряжения		
	На заводе – изготовителе	Перед вводом в эксплуатацию и в эксплуатации	
		Фарфоровая изоляция	Другие виды изоляции
До 0,69	2,0	1	1
3	24,0	24,0	21,6
6	32,0	32,0	28,8
10	42,0	42,0	37,8
15	55,0	55,0	49,5
20	65,0	65,0	58,5
35	95,0	95,0	85,5

Значения испытательного напряжения для изоляции вторичных обмоток, вместе с присоединёнными к ним цепями, принимается равным 1кВ.

Продолжительность приложения испытательного напряжения – 1 минута.

#### **4.3. Измерение сопротивления обмоток постоянному току.**

Отклонение измеренного сопротивления обмотки постоянному току от паспортных значений, или от измеренных на других фазах не должно превышать 2%. При сравнении измеренных значений с паспортными данными измеренные значения сопротивления должны приводиться к заводской температуре. При сравнении с другими фазами измерения должны производиться при одинаковой температуре.

Измерения сопротивления обмоток постоянному току производятся у трансформаторов тока на напряжение 110кВ и выше и у связующих обмоток каскадных трансформаторов напряжения.

В качестве дополнительных измерений при комплексных испытаниях данный вид измерения может использоваться и для трансформаторов тока и напряжения всех типов-номиналов.

#### **4.4. Испытание трансформаторного масла.**

Испытания трансформаторного масла производятся перед вводом оборудования в эксплуатацию (перед заливкой в трансформаторы тока или напряжения).

В процессе эксплуатации трансформаторное масло из трансформаторов тока и напряжения до 35кВ включительно допускается не испытывать.

Испытания трансформаторного масла проводятся в соответствии с «Методикой проведения испытаний трансформаторного масла».

#### **4.5. Измерение коэффициента трансформации.**

Производится для установления соответствия трансформатора тока его паспортным и проектным данным, а также для установки заданного коэффициента трансформации у трансформаторов, выпускаемых с устройством, позволяющим производить его изменение. Проверка коэффициента трансформации ТТ производится путем измерения соотношений токов в первичной и вторичных обмотках.

Для нахождения коэффициента трансформации трехфазных ТН к первичным обмоткам подводится симметричное трехфазное напряжение 380В. Напряжение измеряют между каждой парой одноименных выводов обмоток высокого и низкого напряжений. Для трехфазных ТН с обмотками, имеющими нулевой вывод, коэффициент трансформации определяют так же, как и для однофазных трансформаторов. У пятистержневых ТН нахождение коэффициента трансформации обмотки высокого напряжения и обмотки низкого

напряжения, соединенной в звезду, не отличается от тех же действий с трехфазным двухобмоточным трансформатором.

При определении коэффициента трансформации дополнительной обмотки (выводы  $a_d$  и  $x_d$ ), соединенной в разомкнутый треугольник, напряжение подают на одну из фаз первичной обмотки при замкнутых обмотках двух других фаз. Коэффициент трансформации определяется отношением напряжения на первичной обмотке к измеренному напряжению на выводах дополнительной обмотки ( $a_d - x_d$ ).

#### **4.6. Снятие вольтамперных характеристик ТТ.**

Характеристики намагничивания снимаются для проверки исправности ТТ. При этом убеждаются в том, что нет замкнутых накоротко витков и повреждений сердечника, оценивают возможности использования его по в схеме релейной защиты в конкретных условиях. Характеристика намагничивания представляет собой зависимость подводимого ко вторичной обмотке напряжения  $U_2$  от тока намагничивания  $I_{\text{нам}}$ , т.е.  $U_2 = f(I_{\text{нам}})$ . Особое значение имеет способ регулирования напряжения. От него зависит степень искажения формы кривой тока намагничивания и подводимого напряжения. Предпочтение следует отдавать схеме с регулирующим автотрансформатором.

#### **5. Условия испытаний и измерений.**

Испытание измерительных трансформаторов тока и напряжения производят при температуре окружающей среды не ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ , с контролем температуры обмоток. При проведении испытаний следует помнить, что температура обмоток трансформаторов может быть выше температуры окружающей среды, поэтому контроль температуры обмоток осуществляют непосредственно внутри корпуса трансформатора или по температуре масла. Данное требование не распространяется на трансформаторы тока и напряжения с органической изоляцией, так как малые объемы изоляции обуславливают её быстрое остывание до температуры окружающей среды.

Влажность окружающего воздуха имеет значение при проведении высоковольтных испытаний обмоток, т.к. конденсат на изоляторах может привести к пробое изоляции и, соответственно, к выходу из строя оборудования (как испытательного, так и испытуемого).

Трансформаторы подвергаются испытаниям в собранном виде, с установленными на них всеми деталями и узлами, которые могут повлиять на результат испытаний. При высоковольтном испытании трансформаторов тока совместно с ошиновкой ячейки, в которой они установлены, испытание проводится при полностью собранной ошиновке, отсутствии всех посторонних предметов. При проведении таких испытаний (когда подвергаются испытанию измерительные трансформаторы с ошиновкой ячейки) допускается проводить испытание, ориентируясь на меньшее значение испытательного напряжения – например при испытании литых трансформаторов тока типа ТПЛ-10 с номинальным напряжением 10кВ в ячейке распределительного устройства 6кВ с изоляторами, рассчитанными на рабочее напряжение 6кВ, испытание следует проводить напряжением 32кВ, но в течение 5 минут.

Перед проведением высоковольтных испытаний изоляторы трансформаторов (или литой корпус, который сам по себе изолятор) следует протереть от пыли, грязи и влаги. Если испытание проводится совместно с ошиновкой, то необходимо очистить от пыли и влаги изоляторы в ячейке.

Перед испытанием производится внешний осмотр, проверка целостности изоляторов, отсутствие течи масла, целостности изоляции.

#### **6. Средства измерений.**

Измерение сопротивления изоляции производят мегаомметрами на соответствующее напряжение: для обмотки НН (вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения) используют мегаомметры на 1000В, а мегаомметры на напряжение 2500В – для обмоток ВН. Применяем для испытаний мегаомметр типа ЭСО 202/2 Г.



Измерение сопротивления обмоток постоянному току производится мостом постоянного тока Р 334, который позволяют произвести замеры с точностью до 0,001 Ом.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производят с помощью высоковольтной испытательной установки АИД-70.

Измерение коэффициента трансформации ТТ, а также снятие его вольт-амперных характеристик производим с помощью УПЗ-1 и амперметра Э526 с пределом измерения 0-5А и КТ-2.

Измерение коэффициента трансформации ТН проводим по методу двух вольтметров: Э533 с пределом измерения от 0-600В и КТ-2, Э532 с пределом измерения от 0-60В и КТ-2.

*Все приборы должны быть поверены, а испытательные установки аттестованы в соответствующих государственных органах (ЦСМ).*

## 7. Порядок проведения испытаний и измерений.

### 7.1. Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции обмоток трансформаторов тока и напряжения производят в соответствии со схемами на рисунках 3 и 4.

При проведении измерений сопротивления изоляции вторичных цепей трансформаторов необходимо предварительно снять заземление с этих цепей. У трансформаторов напряжения может заземляться и первичная обмотка, поэтому перед измерением сопротивления изоляции схему трансформатора необходимо разобрать. Это не касается трансформаторов напряжения, включенных на междуфазное напряжение – у них выводы первичной обмотки не заземляются. В любом случае необходимо исходить из местных условий.

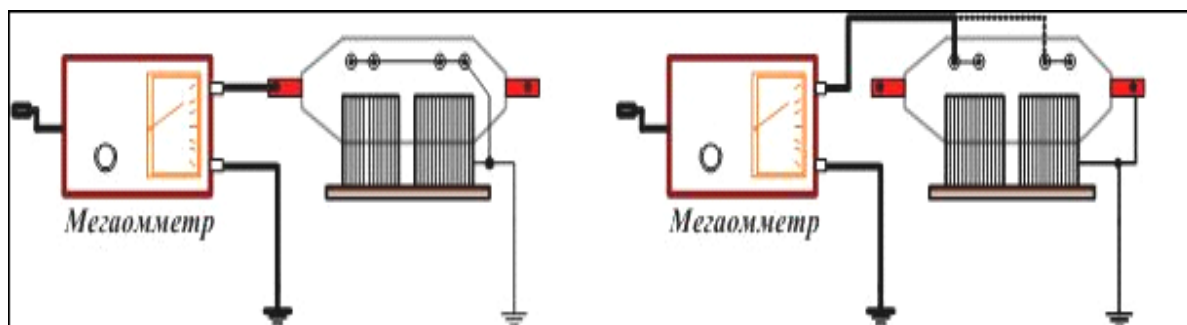


Рисунок 3. Измерение сопротивления изоляции обмотки ВН и НН трансформатора тока.

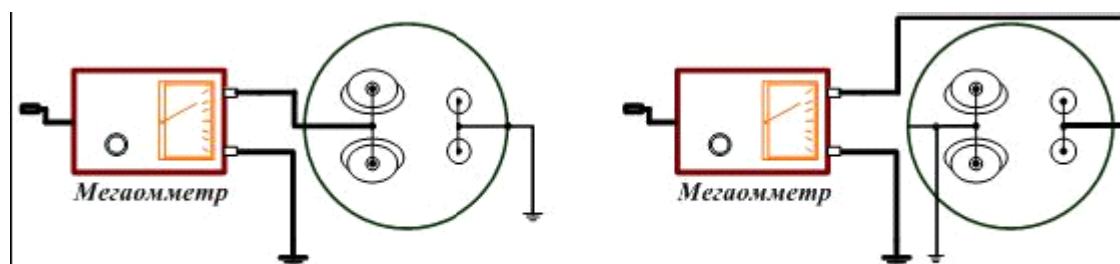


Рисунок 4. Измерение сопротивления изоляции обмотки ВН трансформатора напряжения.

Измерение производится на закороченной обмотке относительно корпуса, при этом другая обмотка трансформатора (вторичная или первичная – смотри рисунки выше) должна быть закорочена и заземлена. Для трансформаторов тока первичную обмотку можно не закорачивать – слишком мало сопротивление. Подсоединить провода мегаомметра ЭСО 202/2 Г как показано на рисунке №4 и вращать рукоятку со скоростью примерно 120

оборотов в минуту. Отсчёт показаний мегомметра производится через 60 секунд после начала измерения.

У трёхфазных трансформаторов напряжения все три фазы первичной обмотки перед измерением закорачиваются, аналогично поступают с вторичными обмотками. Измерение производится у первичной обмотки относительно корпуса и закороченных и заземлённых вторичных обмоток, затем у вторичных обмоток относительно закороченной и заземлённой первичной обмотки.

### 7.2. Испытание повышенным напряжением.

Испытание повышенным напряжением трансформаторов тока и напряжения проводится в собранном виде с установкой всех деталей, которые могут оказать влияние на результат испытаний.

Испытание первичных обмоток трансформаторов проводится напряжением промышленной частоты по схеме, представленной на рисунке 5.

При проведении испытаний изоляции вторичных обмоток трансформаторов тока и напряжения собирают схему, аналогичную схеме на рисунке 6, только заземляют и соединяют накоротко первичную обмотку трансформатора. Вторичные цепи, в случае испытания трансформатора на месте установки, не отсоединяют.

Испытания повышенным напряжением проводим высоковольтной испытательной установкой АИД-70.

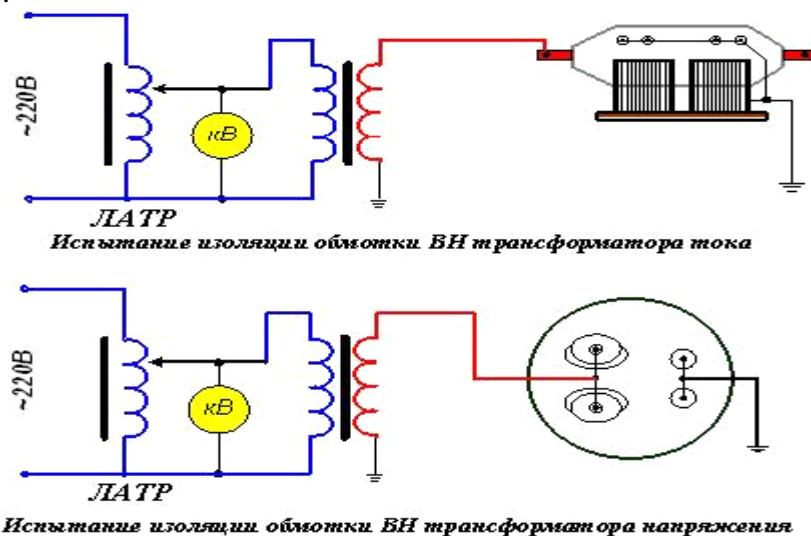


Рисунок 5. Схема испытания изоляции приложенным напряжением частоты 50 Гц.

### 7.3. Измерение сопротивления обмоток постоянному току.

Измерение проводится для выявления некачественных соединений, паяк и контактов в обмотке трансформаторов. Для проведения измерений собирают схему, представленную на рисунке, представлена схема для трёхфазного трансформатора напряжения. Сопротивление измеряется как на высоковольтной обмотке, так и на низковольтной.

Для проведения испытаний однофазных трансформаторов напряжения и трансформаторов тока схема аналогична. Измерения сопротивления обмоток постоянному току целесообразно у трансформаторов тока с несколькими ответвлениями – для выявления качества контакта на рабочем положении коэффициента трансформации.

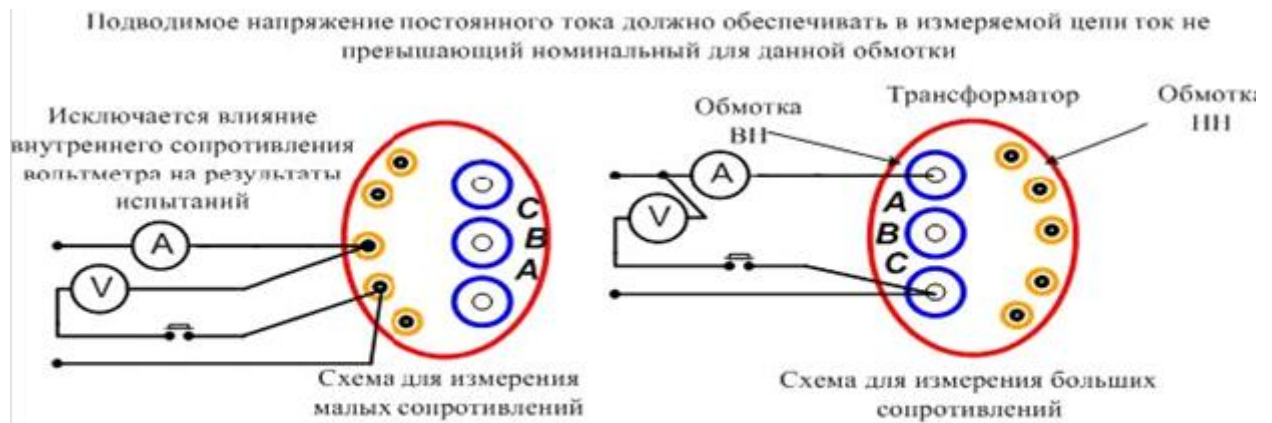


Рисунок 6. Схема измерений сопротивления обмоток постоянному току.

Измерение с помощью вольтметра и амперметра на практике не очень удобно, в связи с тем, что необходимо большое количество приборов, а кроме приборов ещё и источник постоянного тока достаточной мощности. Поэтому проще проводить измерение с применением моста постоянного тока типа Р334.

Для проведения измерений собирают схему, приведённую на рисунке 6. Измерения производить согласно инструкции по эксплуатации моста постоянного тока Р334. Необходимо обеспечить хороший контакт на выводах обмоток, поэтому закреплять провода измерительного прибора следует с применением штатных креплений, очистив зажимы от грязи.

#### 7.4. Измерение коэффициента трансформации.

Коэффициент трансформации ТН измеряют по схемам, приведенным на рис. 6. Отклонение измеренного коэффициента трансформации от паспортного не нормируется. Для ТН с номинальным напряжением до 10 кВ коэффициент трансформации определяют при подведении к обмотке высокого напряжения контролируемого вольтметром напряжения 220 или 380 В от устройства УПЗ-1. К выводам вторичной обмотки подключается вольтметр с соответствующими пределами измерений. Коэффициент трансформации определяется как отношение показаний вольтметров.

Измерение коэффициента трансформации трансформаторов тока с помощью УПЗ-1 производится следующим образом:

- к измерительному входу амперметра подключить измеряемый ток вторичной обмотки ТТ, к первичной обмотке подключить силовые провода от токовых выводов устройства УПЗ-1;
- установить необходимые положения переключателей устройства УПЗ-1;
- включить установку;
- произвести измерения.

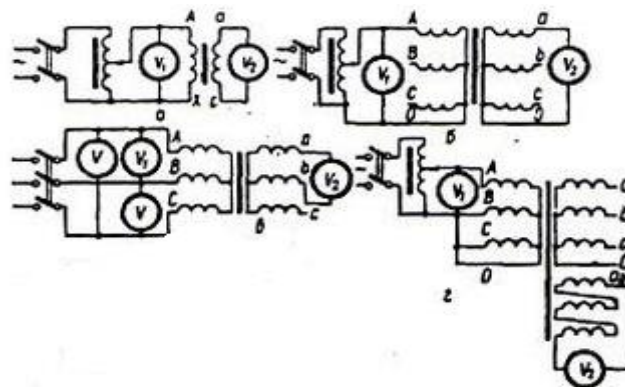


Рисунок №6.

Измерение коэффициента трансформации ТТ производим по схеме, изображенной на рисунке №7. Вместо разделительного трансформатора и амперметра в первичной цепи используем устройство УПЗ-1, позволяющую одновременно выдавать и контролировать переменный ток. Значение тока во вторичной обмотке определяем амперметром Э526.

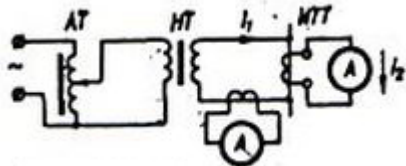


Рисунок №7.

### 7.5. Снятие вольт-амперных характеристик ТТ.

Снятие вольт-амперных характеристик выполняем с помощью устройства УПЗ-1 (устройство служит заменой ЛАТРа и вольтметра на схеме) и амперметра Э526. Испытание производим согласно схемы изображенной на рисунке №8.

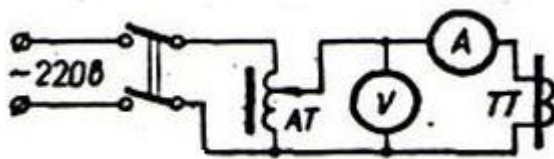


Рисунок №8.

## 8. Обработка данных, полученных при испытаниях.

Первичные записи рабочей тетради должны содержать следующие данные:

- дату измерений.
- температуру, влажность и давление
- температуру изоляции измерительных трансформаторов
- наименование, тип, заводской номер трансформатора
- номинальные данные объекта испытаний
- результаты испытаний
- результаты внешнего осмотра
- используемую схему

Данные полученные при измерении сопротивления изоляции обмоток и сопротивлении обмоток постоянному току следует сравнивать с заводскими данными на данный трансформатор, с учётом температуры. Кроме того, данные по сопротивлению фаз не должны отличаться друг от друга не более чем на 2% (у трёхфазных трансформаторов напряжения).

Все данные испытаний сравниваются с требованиями НТД и на основании сравнения выдаётся заключение о пригодности трансформатора к эксплуатации. После проведения всех испытаний и измерений выписывается протокол.

## 9. Меры безопасности при проведении испытаний и охрана окружающей среды.

*Перед началом работ необходимо:*

- Получить наряд (разрешение) на производство работ
- Подготовить рабочее место в соответствии с характером работы: убедиться в достаточности принятых мер безопасности со стороны допускающего (при работах по наряду) либо принять все меры безопасности самостоятельно (при работах по распоряжению).
- Подготовить необходимый инструмент и приборы.
- При выполнении работ действовать в соответствии с программами (методиками) по испытанию электрооборудования типовыми или на конкретное присоединение. При

проведении высоковольтных испытаний на стационарной установке действовать в соответствии с инструкцией.

***При окончании работ следует:***

- При окончании работ на электрооборудовании убрать рабочее место восстановив нарушенные в процессе работы коммутационные соединения (если таковое имело место).
- Сдать наряд (сообщить об окончании работ руководителю или оперативному персоналу).
- Сделать запись в кабельный журнал о проведённых испытаниях (при испытании кабеля), либо сделать запись в черновик для последующей работы с полученными данными.
- Оформить протокол на проведённые работы

Проводить измерения с помощью мегаомметра разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнической лаборатории. В электроустановках напряжением выше 1000В измерения проводятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000В – по распоряжению.

В тех случаях, когда измерения мегаомметром входят в содержание работ, оговаривать эти измерения в наряде или распоряжении не требуется.

Измерять сопротивление изоляции мегаомметром может работник, имеющий группу III.

Измерение сопротивления изоляции мегомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путём предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей (штанг). В электроустановках напряжением выше 1000В, кроме того, следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединён, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путём их кратковременного заземления.

## **10. Проведение работ с подачей повышенного напряжения от постороннего источника при испытании.**

К проведению испытаний электрооборудования допускается персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний и требований, содержащихся в разделе XXXIX Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, комиссией, в состав которой включаются специалисты по испытаниям оборудования, имеющие группу V - в электроустановках напряжением выше 1000 В и группу IV - в электроустановках напряжением до 1000В.

Испытания электрооборудования, в том числе и вне электроустановок, проводимые с использованием передвижной испытательной установки, должны выполняться по наряду.

Проведение испытаний в процессе работ по монтажу или ремонту оборудования должно оговариваться в строке «Поручается» наряда.

Испытания электрооборудования проводит бригада, в составе которой производитель работ должен иметь группу IV, член бригады – группу III, а член бригады, которому поручается охрана, - группу II.

Допуск по нарядам, выданным на проведение испытаний и подготовительных работ к ним, должен быть выполнен только после удаления с рабочих мест других бригад, работающих на подлежащем испытанию оборудовании, и сдачи ими нарядов допускающему. В электроустановках, не имеющих местного дежурного персонала, производителю работ разрешается после удаления бригады оставить наряд у себя, оформив перерыв в работе.

Испытываемое оборудование, испытательная установка и соединительные провода между ними должны быть ограждены щитами, канатами с предупреждающим плакатом

«Испытание. Опасно для жизни», обращенным наружу. Ограждение должны устанавливать работники, проводящие испытания.

При необходимости следует выставлять охрану, состоящую из членов бригады, имеющих группу III, для предотвращения приближения посторонних людей к испытательной установке, соединительным проводам и испытательному оборудованию. Члены бригады, несущие охрану, должны находиться вне ограждения и считать испытываемое оборудование находящимся под напряжением. Покинуть пост эти работники могут только с разрешения производителя работ.

При испытании КЛ, если ее противоположный конец расположен в запертой камере, отсеке КРУ или в помещении. На дверях или ограждении должен быть вывешен предупреждающий плакат «Испытание. Опасно для жизни». Если двери и ограждения не заперты либо испытанию подвергается ремонтируемая линия с разделанными на трассе жилами кабеля, помимо вывешивания плакатов у дверей, ограждений и разделанных жил кабеля, должна быть выставлена охрана из членов бригады, имеющих группу II или оперативного персонала, находящегося на дежурстве.

При размещении испытательной установки и испытываемого оборудования в различных помещениях или на разных участках РУ разрешается нахождение членов бригады, имеющих группу III, ведущих наблюдение за состоянием изоляции, отдельно от производителя работ. Эти члены бригады должны находиться вне ограждений и получить перед началом испытаний необходимый инструктаж от производителя работ.

Снимать заземление, установленное при подготовке рабочего места и препятствующие проведению испытаний, а затем устанавливать их вновь разрешается только по указанию производителя работ, руководящего испытаниями, после заземления вывода высокого напряжения испытательной установки.

Разрешение на временное снятие заземлений должно быть указано в стоке «Отдельные указания» наряда.

При сборке испытательной схемы прежде всего должно быть выполнено защитное и рабочее заземление испытательной установки. Перед испытанием следует проверить надёжность заземления корпуса.

Перед присоединением испытательной установки к сети напряжением 380/220В вывод высокого напряжения её должен быть заземлён.

Сечение медного провода, применяемого в испытательных схемах заземления, должно быть не менее 4 мм<sup>2</sup>.

Присоединение испытательной установки к сети напряжением 380/220В должно выполняться через коммутационный аппарат с видимым разрывом или через штепсельную вилку, расположенную на месте управления установкой.

Коммутационный аппарат должен быть оборудован устройством, препятствующим самопроизвольному включению, или между подвижным и неподвижным контактами аппарата должна быть установлена изолирующая накладка.

Провод или кабель, используемый для питания испытательной установки от сети напряжением 380/220В, должен быть защищен установленными в этой сети предохранителями или автоматическими выключателями. Подключать к сети передвижную испытательную установку должны представители организации, эксплуатирующие эти сети.

Соединительный провод между испытательной установкой и испытываемым оборудованием сначала должен быть присоединён к её заземлённому выводу высокого напряжения.

Этот провод следует закреплять так, чтобы избежать приближения (подхлестывания) к находящимся под напряжением токоведущим частям на расстояние менее указанного в таблице №1 Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Присоединять соединительный провод к фазе, полюсу испытываемого оборудования или к жиле кабеля и отсоединять его разрешается по указанию руководителя испытаний и только

после их заземления, которое должно быть выполнено включением заземляющих ножей или установкой переносных заземлений.

***Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:***

- Проверить правильность сборки схемы и надёжность рабочих и защитных заземлений;
- Проверить, все ли члены бригады и работники, назначенные для охраны, находятся на указанных им местах, удалены ли посторонние люди и можно ли подавать испытательное напряжение на оборудование;
- Предупредить бригаду о подаче напряжения словами «Подаю напряжение» и, убедившись, что предупреждение услышано всеми членами бригады, снять заземление с вывода испытательной установки и подать на нее напряжение 380/220В.

С момента снятия заземления с вывода установки вся испытательная установка, включая испытываемое оборудование и соединительные провода, должна считаться находящейся под напряжением и проводить какие – либо пересоединения в испытательной схеме и на испытываемом оборудовании не допускается.

Не допускается с момента подачи напряжения на вывод установки находиться на испытываемом оборудовании, а также прикасаться к корпусу испытательной установки, стоя на земле, входить и выходить из передвижной лаборатории, прикасаться к кузову передвижной лаборатории.

После окончания испытаний производитель работ должен снизить напряжение испытательной установки до нуля, отключить её от сети напряжением 380/220В, заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами «Напряжение снято». Только после этого допускается пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.

Начальник электролаборатории

Электрооборудование: \_\_\_\_\_

Месторасположения: \_\_\_\_\_

Дата: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_**

**Испытания измерительного трансформатора напряжения.**

**1. Паспортные данные**

Тип	Завод изготовитель	Заводской номер	Год выпуска	Номинальное напряжение, кВ			Мощность, ВА	Группа соединения
				ВН	НН <sub>1</sub>	НН <sub>2</sub>		

**2. Осмотр трансформатора**

Проверена целостность и чистота фарфоровой изоляции – замечаний нет. На фарфоровых изоляторах отсутствуют следы перекрытия. Течь масла отсутствует, уровень масла в норме. Проверена надежность связи бака (корпуса) и основания трансформатора с заземляющим контуром электроустановки.

**3. Измерение сопротивления изоляции обмоток:**

Схема измерения	ВН-НН <sub>1</sub> +НН <sub>2</sub> +Корпус	НН <sub>1</sub> -ВН+НН <sub>2</sub> +Корпус	НН <sub>2</sub> -ВН+НН <sub>1</sub> +Корпус
Сопротивление, МОм			

Изоляция первичных обмоток испытана мегомметром на напряжение 2500 В в течении 1 минуты, изоляция вторичных обмоток испытана мегомметром на 1000 В в течение 1 минуты, испытания производились при температуре окружающей среды \_\_\_\_ С°.

**4. Измерение сопротивления обмоток постоянному току:**

Сопротивление обмоток постоянному току испытано при температуре окружающей среды \_\_\_\_ С°.

Обмотка ВН, Ом			Обмотка НН <sub>1</sub> , Ом			Обмотка НН <sub>2</sub> , Ом
А-В	В-С	С-А	а-в	в-с	с-а	а <sub>д</sub> -х <sub>д</sub>

**5. Определение коэффициента трансформации:**

Напряжение подано на	Первичное напряжение, В	Вторичное напр. В	Коэффициент
Высоковольтные выводы А-В-С			

Коэффициент трансформации трансформатора напряжения соответствует паспортным данным.

**6. Отбор пробы масла:**

Отбор масла производится только для трансформаторов на напряжение 35 кВ и выше.

№ пробы	1-я проба	2-я проба	3-я проба	4-я проба	5-я проба	средняя
Диэлектрич. прочность масла						

**Заключение:**

На момент испытания трансформатор соответствует нормам ПТЭЭП (п. 2.1.39) и годен/не годен к дальнейшей эксплуатации.  
(ненужное зачеркнуть)



Приборы	№	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата след. поверки
	п/п					
	1					
	2					
3						

Испытание производили:

Начальник электролаборатории: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
*(Подпись)*

Инженер-электрик \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
*(Подпись)*

Электрооборудование: \_\_\_\_\_  
 Месторасположения: \_\_\_\_\_  
 Дата: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_**  
**Испытания измерительного трансформатора тока.**

**1. Паспортные данные**

Тип	Заводской номер	Предприятие изготовитель	Год изготовления	Ктр	Уном, (В)	Класс обмоток	Мощность обмоток, (ВА)
						Защита	
						Учет	

**2. Осмотр трансформатора**

Проверена целостность и чистота изоляции – замечаний нет.

**3. Измерение сопротивления изоляции обмоток:**

Фаза	Класс обмотки	Сопротивление изоляции, МОм		
		первичная обмотка - корпус	вторичная обмотка – корпус	первичная обмотка – вторичная обмотка
	Защита			
	Учет			

Изоляция первичной обмотки испытана мегаомметром на напряжение 2500 В в течении 1 минуты, изоляция вторичных обмоток испытана мегаомметром на 1000 В в течение 1 минуты, испытания производились при температуре окружающей среды \_\_\_\_ С°.

**4. Измерение сопротивления обмоток постоянному току:**

Сопротивление обмоток постоянному току испытано при температуре окружающей среды +\_ С°.

Наименование обмотки	Значение сопротивления, Ом
Защита	
Учет	

**5. Определение коэффициента трансформации:**

Ток подан на	Первичный обмотка, А	Вторичная обмотка-учет, А	Вторичная обмотка-защита, А	Коэффициент

Коэффициент трансформации трансформатора тока соответствует паспортным данным.

**6. Высоковольтные испытания:**

Испытание произведено напряжением промышленной частоты 50Гц.

Место приложения напряжения	U, кВ	t, мин.	Примечание
Первичная обмотка - обмотка учет + обмотка защита + земля			
Обмотка учет – обмотка защита + первичная обмотка +земля			
Обмотка защита - первичная обмотка+обмотка учет+земля			

## 7. Проверка характеристики намагничивания

Ток, А	Напряжение, В	
	Защита	Учет

### Заключение:

На момент испытания трансформатор соответствует нормам ПТЭЭП (п. 2.1.39) и годен/не годен  
(ненужное зачеркнуть)

к дальнейшей эксплуатации.

Приборы	№ п/п	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата след. проверки
		1				
	2					
	3					
	4					
	5					

Испытание производили:

Начальник электролаборатории: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(Подпись)

Инженер-электрик: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(Подпись)