

**МЕТОДИКА
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ ИЗОЛЯЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОВЫШЕННЫМ
НАПРЯЖЕНИЕМ**

Содержание	стр.
1. Общие положения.....	3
2. Сущность процесса высоковольтных испытаний.....	3
2.1. Описание процесса измерения сопротивления изоляции мегаомметром.....	3
2.2. Определение увлажненности изоляции методом абсорбции.....	4
3. Средства измерений.....	4
4. Испытания электрооборудования повышенным напряжением	
4.1. Испытание сборных шин и изоляторов	4
4.1.1. Измерение сопротивления изоляции	4
4.1.2. Испытание повышенным напряжением.....	5
4.2. Испытание масляных выключателей.....	6
4.2.1. Испытание повышенным напряжением МВ.....	6
4.2.2. Измерение сопротивления изоляции.....	8
4.3. Испытание вакуумных выключателей.....	9
4.3.1. Сопротивление изоляции вакуумных выключателей.....	9
4.3.2. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты.....	10
4.4. Испытание трансформаторов тока и напряжения.....	11
4.4.1. Измерение сопротивления изоляции.....	11
4.4.2. Испытание повышенным напряжением.....	12
4.5. Испытание разъединителей короткозамыкателей и отделителей.....	13
4.5.1. Измерение сопротивления изоляции.....	13
4.5.2. Испытание повышенным напряжением.....	13
5. Обработка результатов испытаний.....	14
6. Требования к безопасности выполняемых работ.....	14
7. Формы протоколов.....	17

1. Общие положения

К работе по проведению высоковольтных испытаний в электроустановках допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальную подготовку и проверку знаний по Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок, знающие схемы и правила испытаний в условиях действующих электроустановок. Лица, допущенные к проведению испытаний, должны иметь отметку об этом в удостоверении в графе «Свидетельство на право проведения специальных работ».

2. Сущность процесса высоковольтных испытаний

Испытание изоляции повышенным напряжением позволяет убедиться в наличии необходимого запаса прочности изоляции, отсутствии местных и общих дефектов, не обнаруживаемых другими способами. Испытанию изоляции повышенным напряжением должны предшествовать тщательный осмотр и оценка изоляции другими методами (измерение сопротивления изоляции, определение влажности изоляции, измерение тангенса угла диэлектрических потерь и т. п.). Величина испытательного напряжения для каждого вида оборудования определяется установленными нормами ПУЭ и ПЭЭП.

Электрооборудование и изоляторы электроустановок, в которых они эксплуатируются, испытываются повышенным напряжением по нормам, установленным для класса изоляции данной установки.

Изоляция считается выдержавшей электрическое испытание повышенным напряжением в том случае, если не было пробоя, перекрытий по поверхности зарядов, увеличения тока утечки выше нормированного значения, наличия местных нагревов от диэлектрических потерь. В случае несоблюдения одного из этих факторов - изоляция электрического испытания не выдержала.

2.1 Описание процесса измерения сопротивления изоляции мегомметром

Для измерения сопротивления изоляции используется мегаомметр типа ЭСО 202/Г на напряжение от 500 до 2500 В. Эти приборы имеют собственный источник питания – генератор постоянного тока, который позволяет производить непосредственный отсчет показаний в мегаомметрах. При измерении сопротивления изоляции относительно земли с помощью мегомметра зажим «Rx» (линия) должен быть подключен к токоведущей части испытываемой установки, а зажим «-» (земля) к ее корпусу. При измерении сопротивления изоляции электрических цепей, не соединенных с землей, подключение зажимов мегаомметров может быть любым.

Для присоединения мегомметра к испытываемому объекту необходимо иметь гибкие провода с изолированными и ограничительными кольцами на концах. Длина проводов должна быть как можно меньшей. Перед началом измерения необходимо измерить сопротивление изоляции соединительных проводов. Значение этого сопротивления должно быть не менее верхнего предела измерения мегомметра. Мегаомметры дают правильные показания при вращении ручки генератора в пределах 90-150 об/мин и развивают номинальное напряжение при 120 об/мин и разомкнутой цепи.

За сопротивление изоляции принимается 60-секундное значение сопротивления R₆₀, зафиксированное на шкале мегаомметра через 60 секунд. Причем отсчет времени надо производить после достижения нормальной частоты вращения генератора. При измерении сопротивления изоляции объектов с большой емкостью во избежание колебаний стрелки прибора необходимо ручку генератора вращать с частотой, несколько выше нормальной, то есть 130-140 об/мин. (увеличивая скорость до успокоения стрелки) и отсчет показания производить только после того, как стрелка займет устойчивое положение.

Перед началом измерений необходимо убедиться в отсутствии напряжения на испытываемом объекте, в частности, проверяемой аппаратуре, проводах, кабельных воронках и т. д., а также в том, что все детали с пониженной изоляцией или пониженным испытательным напряжением отключены и закорочены.

При производстве измерений в сырую погоду необходимо учитывать возможное искажение показаний мегомметра, за счет увлажнения поверхности изолирующих частей

установки. В этом случае необходимо пользоваться зажимом мегаомметра «Э», который должен быть присоединен таким образом, чтобы исключить возможность замера поверхностных токов утечки.

2.2 Определение увлажненности изоляции методом абсорбции

Метод основан на сравнении показаний мегаомметра, снятых через 15 и 60 сек. После приложения напряжения. Метод применяется для определения увлажненности гигроскопической изоляции электрических машин и трансформаторов. Измерение сопротивления изоляции производится между каждой обмоткой и корпусом и между обмотками при изолированных свободных обмотках.

Коэффициент абсорбции $K_a = R_{60}/R_{15}$, где R_{60} и R_{15} – сопротивление изоляции, измеренные соответственно через 60 и 15 секунд после приложения напряжения мегаомметром.

Для неувлажненных обмоток при температуре 10-30С K_a - 1,5:2, для увлажненных обмоток он близок к единице. Измерения производят мегаомметром на напряжение 1000:2500 В. Измерение K_a производится при температуре не ниже 10С.

3. Средства измерений

Для измерения сопротивления изоляции кабеля применяют мегаомметр ЭСО 202/2Г. Диапазон измерения от 0 до 10000 МОм. Класс точности 1,5.

Для проведения испытаний кабелей повышенным напряжением используем передвижную установку АИД-70. Выпрямленное испытательное напряжение от 0-70кВ, переменное напряжение от 0 – 50кВ.

4. Испытания электрооборудования повышенным напряжением

4.1. Испытание сборных шин и изоляторов

4.1.1. Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции проводим мегаомметром ЭСО202/2Г в соответствии со схемами на Рисунке 1. Измерение сопротивления изоляции шин производим мегомметром на 2500В в течение 60с. Сопротивление каждого изолятора или каждого элемента многоэлементного изолятора должно быть не менее 300 МОм. Сопротивление проходных изоляторов должно быть не менее 500 МОм (ПТЭЭП приложение3.9).

Измерение сопротивления изоляции сборных и соединительных шин сводятся к измерению сопротивления изоляции изоляторов, на которых эти шины установлены.

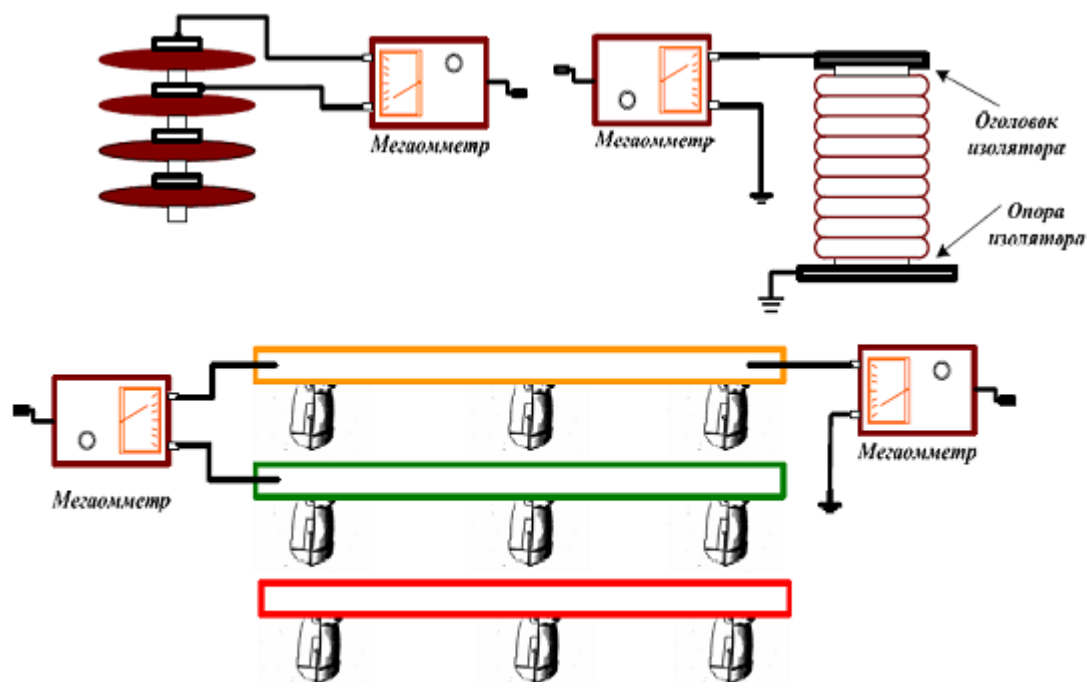


РИС 1.Схема измерения сопротивления изоляции изоляторов и шинопроводов .

Измерение изоляции многоэлементных изоляторов проводят поочерёдно для каждого элемента.

Измерение изоляции шинопроводов проводят поочерёдно для каждой шины отдельно относительно земли, так и между шинами. При измерении сопротивления изоляции шин относительно земли две свободные шины (на которые не подано напряжение от мегомметра) следует заземлить и таким образом произвести три измерения определив сопротивление изоляции.

4.1.2. Испытание повышенным напряжением

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производим с помощью установки АИД-70 в соответствии с рисунком 2. Сборка схемы, для испытания повышенным напряжением производится согласно инструкции по эксплуатации передвижной установки АИД-70, разработанной заводом изготовителем. Высоковольтный вывод испытательной установки присоединить к одной из шин, а другие заземлить. Подать на испытательную установку питание. Снять заземление с высоковольтного вывода испытательной установки и начать плавный подъем напряжения со скоростью 1-2 кВ/с до необходимого испытательного напряжения (согласно таблицы 1). По достижении испытательного напряжения произвести отсчет времени испытания. По истечении времени испытания произвести снижение испытательного напряжения до нуля и заземление высоковольтного вывода установки. Аналогичные операции произвести с другими шинами электроустановки.

При проведении испытаний изоляторов (например, перед установкой на объект) необходимо следить за надёжным заземлением опоры, а также за их устойчивым положением. При проведении испытаний шин необходимо (как описывалось выше) свободные фазы заземлять. Данное мероприятие позволяет выявить как фазные, так и межфазные дефекты ошиновки.

Повышенное напряжение к изоляторам прикладывается между стальными шайбами, расположенным в торцах изоляторов, или между фланцами изоляторов.

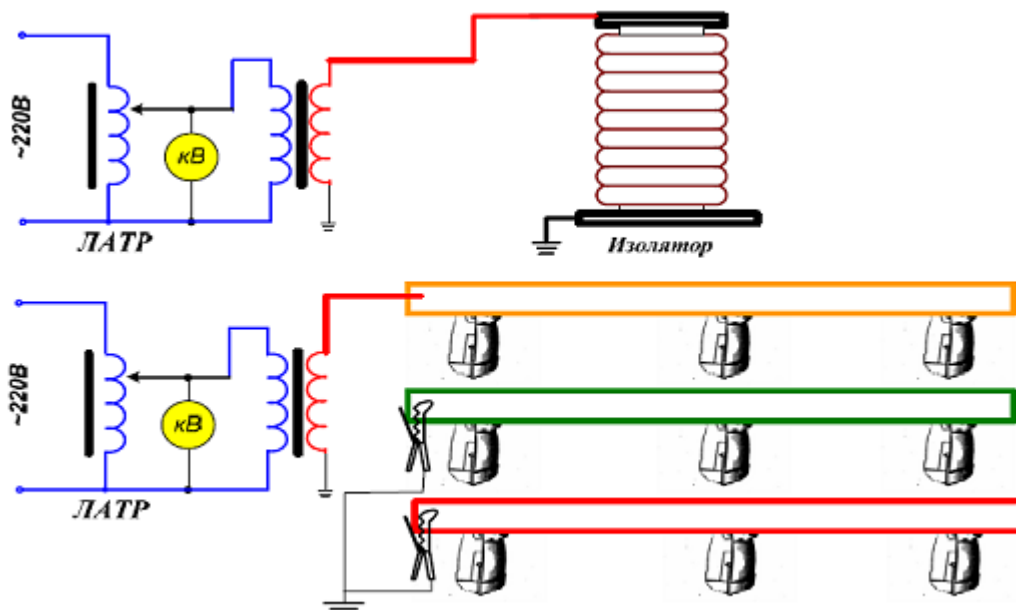


РИС 2. Схема испытания изоляции изоляторов и шинпроводов.

Таблица №1

Класс напряжения электрооборудования (кВ)	Испытательное напряжение (кВ)		
	На заводе - изготовителе	Пред вводом в эксплуатацию и в эксплуатации	
		Фарфоровая изоляция	Другие виды изоляции
До 0,66	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

4.2. Испытание масляных выключателей

4.2.1. Испытание повышенным напряжением МВ.

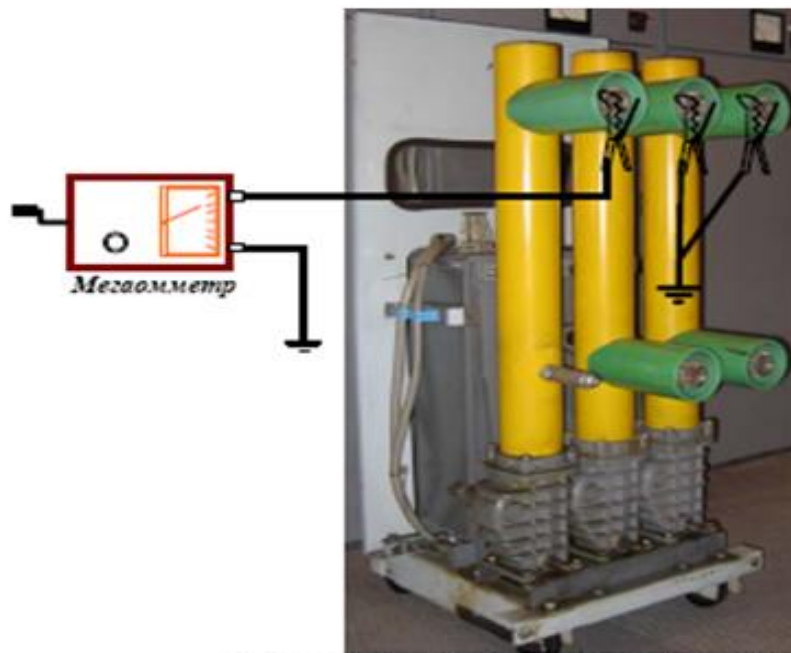
Испытание масляных выключателей повышенным напряжением промышленной частоты производится в течение 1 мин. Изоляция выключателей и изоляция контактного разрыва у выключателей испытываются напряжением, значение которого зависит от номинального напряжения выключателя (для выключателей с номинальным напряжением до 35 кВ включительно эти испытания обязательны). Значения испытательного напряжения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номинальное напряжение выключателя, кВ.	3	6	10
Испытательное напряжение для фарфоровой изоляции, кВ.	24	32	42
Испытательное напряжение для других видов изоляции	21,6	28,8	37,6

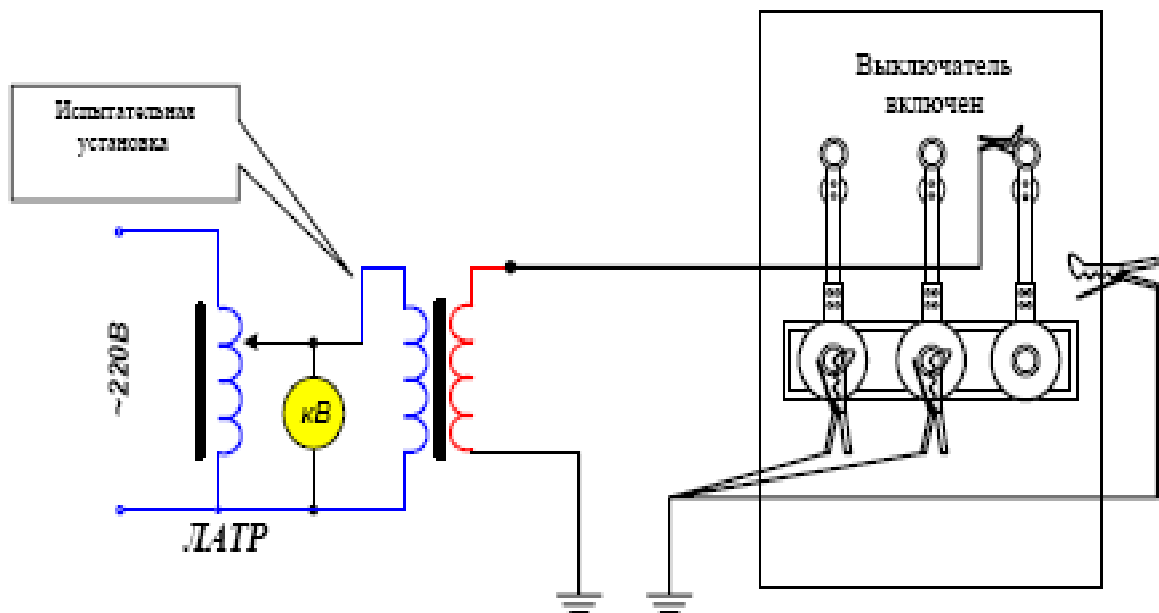
Изоляция вторичных цепей и обмоток привода испытывается напряжением переменного тока 1 кВ в течении 1 мин.

Рисунок 3



Измерение сопротивления основной изоляции масляного выключателя на выкатном элементе.

Рисунок 4



Испытание изоляции силовых частей выключателя на выкатном элементе повышенным напряжением промышленной частоты.

Испытание производится в два этапа – сначала производится пофазное испытание основной изоляции выключателя, затем производится испытание выключателя «на разрыв». Для проведения испытания основной изоляции выключателя, также как и в опыте измерения сопротивления изоляции, включается, все фазы заземляются. Подготавливается испытательная установка, подключается к испытательному объекту. Сборка схемы, для испытания повышенным напряжением производится согласно инструкции по эксплуатации установки АИД-70, разработанной заводом изготовителем. Высоковольтный вывод испытательной установки присоединить к одному из полюсов выключателя, на другие полюса наложить переносное заземление. Подать на

испытательную установку питание, снять заземление с высоковольтного вывода. Производится плавное поднятие напряжения до необходимого уровня (напряжение поднимается скачком до 1/3 необходимой величины, затем увеличение производится плавно со скоростью 1-2кВ в секунду вплоть до необходимого уровня испытательного напряжения), напряжение выдерживается в течение 1 минуты, и, затем, плавно понижается до нуля. На испытанную фазу выключателя устанавливается заземление, испытательная установка отсоединяется и подключается к следующей фазе.

На рисунке 4 показана схема проведения для проведения испытания основной изоляции МВ. Для проведения испытания выключателя «на разрыв» собирается аналогичная схема, только в этом случае выключатель отключён, фазы объединены, с одной стороны установлено заземление, а на другую сторону выключателя подаётся испытательное напряжение. Смысл испытания выключателя «на разрыв» - проверка изоляционных свойств масла в баке. Если с маслом всё нормально – испытание пройдёт успешно.

Продолжительность испытания и в том и в другом случае – 1 минута. Сопротивление изоляции МВ, измеренное после испытания повышенным напряжением должно быть не меньше, чем до испытания.

4.2.2 Измерение сопротивления изоляции

Измерение сопротивления силовых частей выключателей производится по схеме, представленной на рисунке 3. Измерение производится пофазно, при этом две свободные фазы заземляются. Выключатель включается, на все фазы выключателя устанавливается заземление. Мегомметр подключается к одной из фаз, заземление с этой фазы снимается и производится измерение. Для проведения измерений необходимо вращать ручку мегомметра со скоростью 120-140 оборотов в минуту. Значение сопротивления изоляции фиксируется через 60 секунд.

Аналогичным образом производится измерение сопротивления изоляции стационарно установленных выключателей. Сопротивление изоляции вторичных цепей выключателя и электромагнитов управления может проверяться как в отдельности (на полностью выведенном выключателе с отсоединёнными вторичными цепями), так и в собранном виде, например, совместно с проверкой устройств релейной защиты и цепей сигнализации.

Причём для выключателей стационарного исполнения второй вариант предпочтительней. В то время как для выключателей на выкатных элементах (тележках КРУ) проще измерять сопротивление изоляции на полностью выкаченном и отсоединённом от всех цепей выключателе.

Измерение сопротивления изоляции на отключенном выключателе (на разрыв) не производится. Измерение производится мегомметром на 2500 В. Измеренное значение сопротивления изоляции подвижных и направляющих частей, выполненных из органических материалов должно быть не ниже значений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Класс напряжения (кВ)	Допустимые сопротивления изоляции (МОм) не менее	
	Основная изоляция	Вторичные цепи и электромагниты управления
3-10	1000 (300)	1(1)
15-150	3000 (1000)	1(1)
220	5000 (3000)	1(1)

*Сопротивление изоляции основной изоляции приведены: без скобок – при плановых работах и при капитальных ремонтах, в скобках – при измерениях в межремонтный период.

*Сопротивление изоляции вторичных цепей приведены: без скобок – при отключенных вторичных цепях, в скобках – с подключенными вторичными цепями.

4.3. Испытание вакуумных выключателей

4.3.1. Сопротивление изоляции вакуумных выключателей

В процессе эксплуатации измерения проводятся: на вакуумных выключателях 6-10кВ – при ремонтных работах в ячейках (присоединениях), где они установлены, проверка изоляции вторичных цепей и электромагнитов управления может проводится совместно с проверкой устройств релейной защиты. Измеренные значения сопротивления изоляции должны быть не менее значений, приведённых в таблице 4.

Таблица 4. Значения сопротивления изоляции вакуумных выключателей

Класс напряжения (кВ)	Допустимые сопротивления изоляции (МОм) не менее	
	Основная изоляция	Вторичные цепи и электромагниты управления
3-10	300	1(1)
15-150	1000	1(1)
220	3000	1(1)

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

Измерение сопротивления силовых частей выключателей производится по схеме, представленной на рисунке 5.

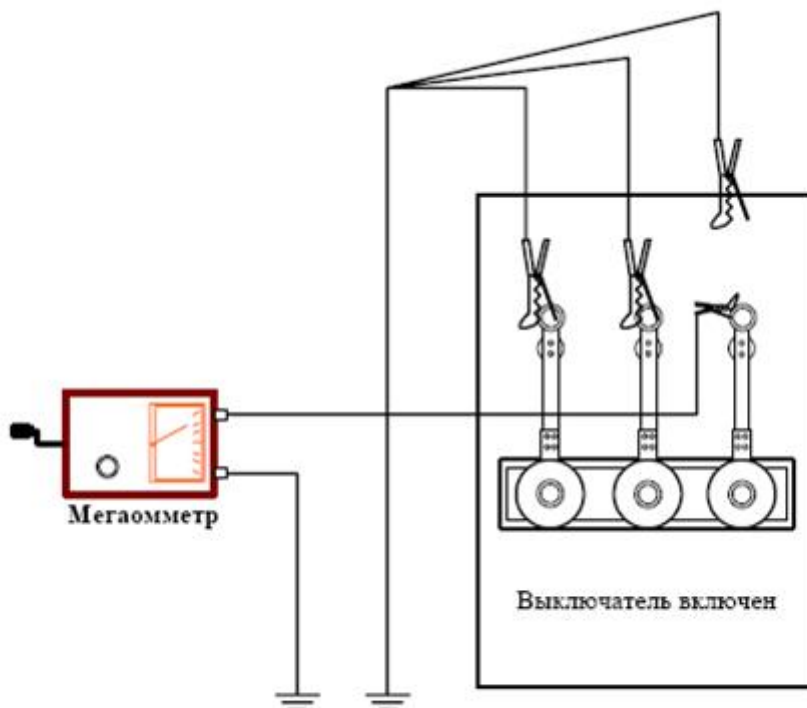


Рисунок 5 Измерение сопротивления изоляции силовых частей выключателя на выкатном элементе.

Как видно из рисунка измерение производится относительно земли и двух других заземленных фаз. Подключить соединительные провода мегаомметра ЭСО 202/2Г, согласно изображенного рисунка №5, и, вращая рукоятку прибора со скоростью около 120 оборотов в минуту, снять показания по истечению 60 секунд.

Выключатель включается, все фазы заземляются, к одной фазе выключателя подключается мегаомметр. Заземление с этой фазы выключателя снимается, производится измерение сопротивления изоляции. Затем заземление восстанавливается, мегомметр переключается на другую фазу выключателя. Производятся аналогичные операции для всех фаз последовательно.

Всё время проведения измерений выключатель остаётся включенным.

Сопротивление изоляции электромагнитов управления производят в зависимости от внутренней схемы привода выключателя. Измерение производится относительно земли на одном из полюсов электромагнитов (электромагнита), при этом целостность катушки проверяется отдельно путём измерения сопротивления омметром (или другим способом).

4.3.2. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты.

Испытание производится в два этапа – сначала производится пофазное испытание основной изоляции выключателя, затем производится испытание выключателя «на разрыв».

Для проведения испытания основной изоляции выключатель, также как и в опыте измерения сопротивления изоляции, включается, все фазы заземляются. Подготавливается испытательная установка, подключается к испытательному объекту. Сборка схемы, для испытания повышенным напряжением производится как показано на рисунках №6 и №7. Высоковольтный вывод испытательной установки присоединить к одному из полюсов выключателя, на другие полюса наложить переносное заземление. Подать на испытательную установку питание, снять заземление с высоковольтного вывода. Производится плавное поднятие напряжения до необходимого уровня (напряжение поднимается скачком до 1/3 необходимой величины, затем увеличение производится плавно со скоростью 1-2кВ в секунду вплоть до необходимого уровня испытательного напряжения), напряжение выдерживается в течение 1 минуты, и, затем, плавно понижается до нуля. На испытанную фазу выключателя устанавливается заземление, испытательная установка отсоединяется и подключается к следующей фазе.

На рисунке 6 показана схема проведения для проведения испытания основной изоляции вакуумного выключателя на выкатном элементе напряжением промышленной частоты.

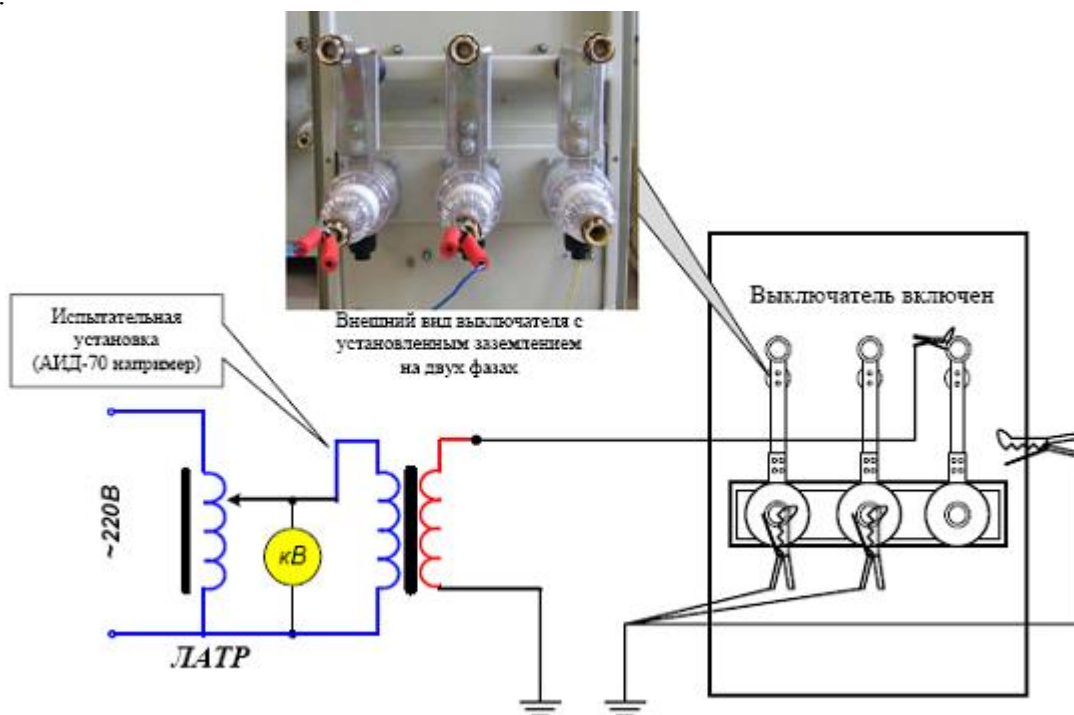


Рисунок 6. Испытание изоляции силовых частей выключателя на выкатном элементе повышенным напряжением промышленной частоты.

Для проведения испытания выключателя «на разрыв» собирается аналогичная схема, только в этом случае выключатель отключён, фазы объединены, с одной стороны установлено заземление, а на другую сторону выключателя подаётся испытательное напряжение (рисунок 7).

Смысл испытания выключателя «на разрыв» - проверка состояния вакуума в вакуумной камере выключателя. Если с камерой всё нормально – испытание пройдёт

успешно. Во время проведения испытания возможны искровые пробои в вакуумной камере, в этом случае необходимо плавно снизить испытательное напряжение до момента прекращения пробоев, выждать 3-4 минуты, а, затем, снова продолжить испытание с требуемой величиной напряжения.

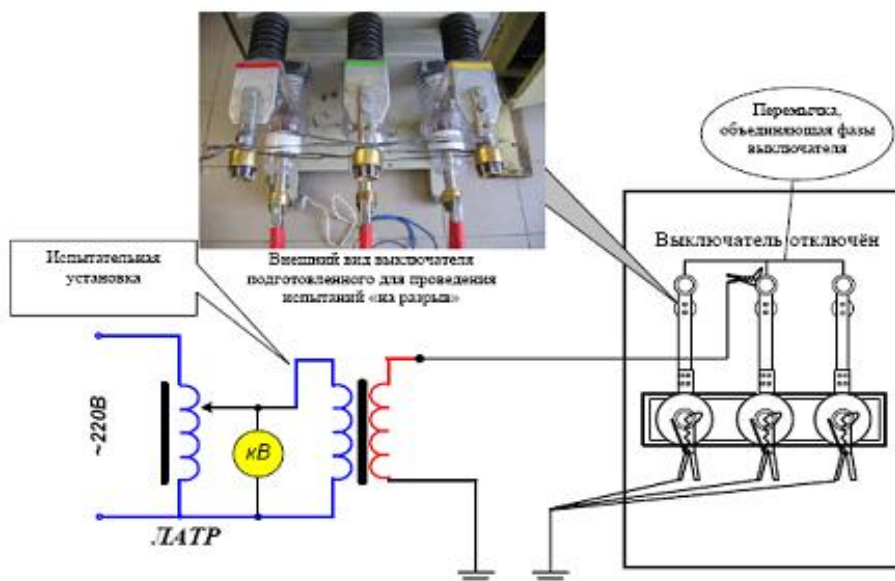


Рисунок 7. Испытание изоляции выключателя на выкатном элементе повышенным напряжением промышленной частоты «на разрыв».

Продолжительность испытания – 1 минута.

Экспериментально установлено, что при проведении испытания вакуумного выключателя «на разрыв» на расстоянии 3 метра от испытуемого выключателя не происходит повышения уровня радиации выше фоновое значение в 30 микрорентген. Поэтому опасаться высокого уровня радиации не стоит

4.4. Испытание трансформаторов тока и напряжения

4.4.1. Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции обмоток трансформаторов тока и напряжения производят в соответствии со схемой на рисунках 8 и 9.

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.

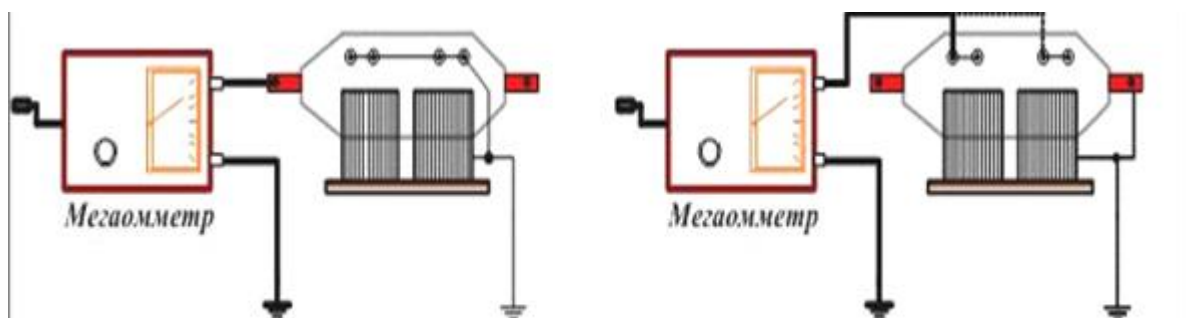


Рисунок 8. Измерение сопротивления изоляции обмотки ВН и НН трансформатора тока

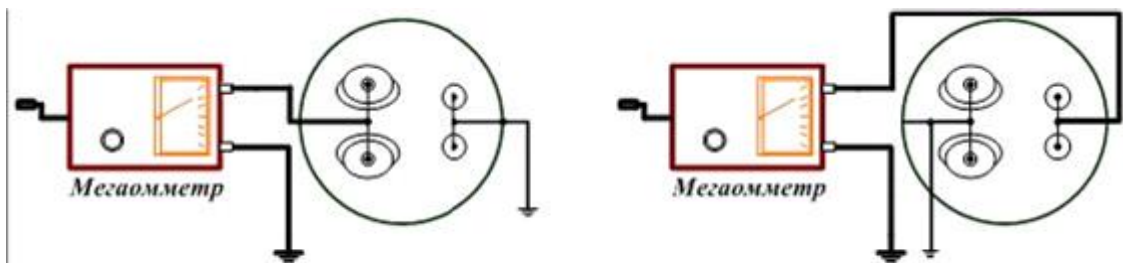


Рисунок 9. Измерение сопротивления изоляции обмотки ВН трансформатора напряжения

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 202/2Г как показано на рисунке №4 и вращать рукоятку со скоростью примерно 120 оборотов в минуту. Отсчёт показаний мегаомметра 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.

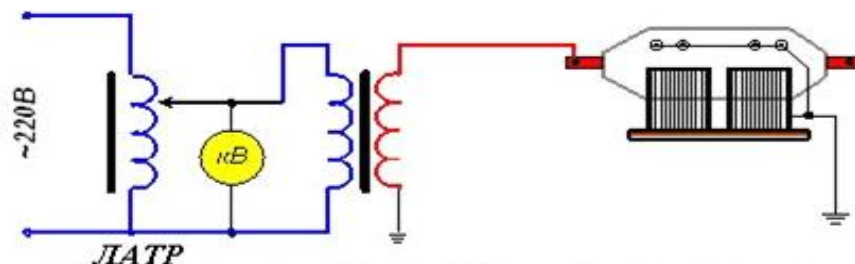
4.4.2. Испытание повышенным напряжением

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

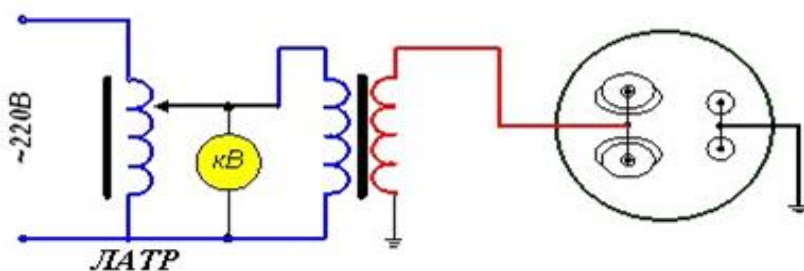
Испытание первичных обмоток трансформаторов проводится напряжением промышленной частоты по схеме, представленной на рисунке 10.

При проведении испытаний изоляции вторичных обмоток трансформаторов тока и напряжения собирают схему, аналогичную схеме на рисунке 10, только заземляют и соединяют накоротко первичную обмотку трансформатора. Вторичные цепи, в случае испытания трансформатора на месте установки, не отсоединяют.

Сборка схемы, для испытания повышенным напряжением производится согласно инструкции по эксплуатации передвижной установки АИД-70, разработанной заводом изготовителем.



Испытание изоляции обмотки ВН трансформатора тока



Испытание изоляции обмотки ВН трансформатора напряжения

Рисунок 10. Схема испытания изоляции приложенным напряжением частоты 50Гц.

4.5. Испытание разъединителей короткозамыкателей и отделителей

4.5.1. Измерение сопротивления изоляции.

Измеренное сопротивление изоляции поводков и тяг из органических материалов должно быть не ниже значений, приведенных в таблице 5. Измерение производится мегаомметром на 2500 В.

Сопротивление изоляции обмоток включения и отключения и вторичных цепей привода разъединителя, отделителя и короткозамыкателя измеряется мегаомметром 1000 В и должно быть не менее 1 МОм. Измерение сопротивления изоляции проводится относительно токоведущих частей и заземленным корпусом разъединителя (производить для каждой фазы отдельно).

Установить переключатель измерительных напряжений в нужное положение. Для проведения измерений необходимо вращать ручку мегаомметра со скоростью 120-140 оборотов в минуту. Через 60 сек после вращения рукоятки произвести отсчет измеряемого значения сопротивления по шкале.

Таблица №5

Вид испытания	Сопротивление изоляции, МОм на номинальное напряжение, кВ
	3-10кВ
П	100
К	300

4.5.2. Испытание повышенным напряжением.

Испытанию повышенным напряжением промышленной частоты подвергается изоляция, состоящая из одноэлементных опорных подвесных и многоэлементных изоляторов. Испытание опорностержневых изоляторов не обязательно. Время испытания для керамических изоляторов 1 мин, а для изоляторов с твердой органической изоляцией 5 мин. изоляция многоэлементных штыревых изоляторов испытывается по частям напряжением 50 кВ, прикладываемым к каждому стеклянному элементу изолятора в течение 1 мин.

Значения испытательного напряжения приведены в таблице 6.

Таблица №6.

Класс изоляции электрооборудования, кВ	3	6	10	35
Испытательное напряжение для фарфоровой изоляции, кВ	24	32	42	95
Испытательное напряжение для других видов изоляции, кВ	21,6	28,8	37,6	85,5

Сборка схемы, для испытания повышенным напряжением производится согласно инструкции по эксплуатации установки АИД-70, разработанной заводом изготовителем. Высоковольтный вывод испытательной установки присоединяем к трем закороченным выводам (вывода в сторону линии или в сторону шин) разъединителя или отделителя. Снимаем заземление с высоковольтного вывода испытательной установки и поднимаем напряжение до испытательного, согласно таблицы 6. При испытаниях не должно быть пробоев, перекрытий и т.п. По истечении времени испытания производим понижение испытательного напряжения до нуля и заземляем высоковольтный вывод установки. Сопротивление изоляции разъединителей и отделителей, измеренное после испытания повышенным напряжением должно быть не меньше, чем до испытания.

5. Обработка результатов испытаний

Согласно требованиям ГОСТ Р 50571.16-99, для регистрации и обработки результатов испытаний, должен вестись рабочий журнал, который должен быть пронумерован и прошнурован. Результаты испытаний оформляются протоколом.

Лица, допустившие искажения результатов испытаний, а также допустившие нарушение требований работы производить в строгом соответствии с ПТЭЭП и Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок несут персональную ответственность, согласно законодательства и Положения о лаборатории.

6. Требования к безопасности выполняемых работ.

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 1000В 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.

Массовые испытания материалов и изделий (средства защиты, различные изоляционные детали, масло и т.п.) с использованием стационарных испытательных установок, у которых токоведущие части закрыты сплошным или сетчатым ограждениями, а двери снабжены блокировкой, допускается выполнять работнику, имеющему группу III, единолично в порядке текущей эксплуатации с использованием типовых методик испытаний.

Рабочее место оператора испытательной установки должно быть отделено от той части установки, которая имеет напряжение выше 1000В. Дверь, ведущая в часть установки, имеющую напряжение выше 1000В, должна быть снабжена блокировкой, обеспечивающей снятие напряжения с испытательной схемы в случае открытия двери и невозможность подачи напряжения при открытых дверях. На рабочем месте оператора должна быть предусмотрена отдельная световая, извещающая о включении напряжения до и выше 1000В, и звуковая сигнализация, извещающая о подаче испытательного напряжения. При подаче испытательного напряжения оператор должен стоять на изолирующем ковре.

Передвижные испытательные установки должны быть оснащены наружной световой и звуковой сигнализацией, автоматически включающейся при наличии напряжения на выводе испытательной установки.

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.

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 размещении испытательной установки и испытуемого 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. Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлён отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм². 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 мм².

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 испытуемым 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 испытуемого 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

ПРОТОКОЛ № _____

Испытания масляного выключателя

« » 20 г.

Ревизия масляного выключателя на (месторасположение оборудования)

Тип масляного выключателя	Тип соленоидного привода
Заводской №	Напряжение привода
Номинальное напряжение	Вес масла
Номинальный ток	Год изготовления

2. Осмотр выключателя и привода:

- | | | |
|---|--------------------------------------|-------|
| 1 | состояние контактов | _____ |
| 2 | состояние изоляторов | _____ |
| 3 | состояние сцепления с приводом | _____ |
| 4 | состояние механической части привода | _____ |
| 5 | течь масла | _____ |
| 6 | уровень масла | _____ |

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

3. Проверка состояния механических и контактных соединений, проводов вторичной коммутации:

- | | | |
|---|---|-------|
| 1 | состояние рычагов на главном валу | _____ |
| 2 | состояние подшипников скольжения | _____ |
| 3 | состояние резьбовых соединений на тяге | _____ |
| 4 | наличие мест нагрева крепления ошиновки к выключателю | _____ |
| 5 | состояние крепления проводов вторичной коммутации: | _____ |
| 6 | -*- на блок-контактах | _____ |
| 7 | -*- клеммных сборках | _____ |
| 8 | -*- на выводах включающей и отключающей катушек | _____ |
| 9 | наличие контактов с признаками нагрева | _____ |

4.1 Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей и обмоток включающей и отключающей катушки:

	Катушка включения	Катушка отключения	Вторичные цепи	Примечание
Сопротивление изоляции, МОм				годны

4.2 Испытание повышенным напряжением промышленной частоты 50 Гц изоляции выключателя

Наименование изоляции	Фаза	Испытательное напряжение, кВ	Время испытания
Опорная изоляция	А		
	В		
	С		
Изоляция контактного разрыва	А		
	В		
	С		

4.3 Измерение сопротивления изоляции подвижных и направляющих частей выключателя:

	Фаза «А»	Фаза «В»	Фаза «С»
Сопротивление изоляции, МОм			

5. Измерение хода подвижной части выключателя, вжима контактов при включении, контроль одновременности замыкания и размыкания контактов:

	Ход подвижной части, мм	Вжим контактов, мм	Одновременность замыкания и размыкания	Примечание
Фаза «А»			одновременно	
Фаза «В»				
Фаза «С»				

6. Проверка сопротивление контактов выключателя постоянному току:

Сопротивление контактов, мкОм		
Фаза «А»	Фаза «В»	Фаза «С»

6.2 Проверка постоянному току сопротивления включающей и отключающей катушек.

Сопротивление, Ом	
Электромагнит включения	Электромагнит отключения

7. Проверка действия механизма свободного расцепления:

Проверено действие механизма свободного расцепления. При подаче напряжения на выводы отключающей катушки выключатель надежно переходит в отключенное положение. «Зависание» соленоида из-за захвата штока включающего соленоида упорным валиком обнаружено / ~~не обнаружено~~.

(ненужное зачеркнуть)

Механизм свободного расцепления годен / ~~не годен~~ к дальнейшей эксплуатации.

(ненужное зачеркнуть)

8. Сборка выключателя:

Проверена надежность закрепления подвижных контактов, изолирующих тяг, исправность дугогасительных камер, резиновых прокладок. Закрыты сливные отверстия, залито чистое сухое трансформаторное масло.

9. Проверка работы масляного (пружинного) буфера:

Проверена исправность масляного буфера привода, привод годен / ~~не годен~~ к дальнейшей эксплуатации.

(ненужное зачеркнуть)

10. Измерение времени движения подвижных частей выключателя:

Замерено время движения подвижных частей выключателя: $t_{вкл} = ___сек___$, $t_{выкл} = ___сек___$, его значение не отличается / ~~отличается~~ от паспортных данных ($\pm 10\%$).

(ненужное зачеркнуть)

11. Опробование выключателя на включение и отключение:

Минимальное напряжение срабатывания отключающего электромагнита $______ В$.

Минимальное напряжение срабатывания контактора включения $______ В$.

12. Опробование выключателя на отключение и включение

Выключатель был опробован на работу трехкратным включением и отключением при номинальном напряжении на выводах включающей и отключающей катушках электромагнитов.

Заключение.

Масляный выключатель $______$ находится в исправном состоянии и годен / ~~не годен~~ для включения в нормальную эксплуатацию с « $______$ » 20 г.

(ненужное зачеркнуть)

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

Испытание производили: $______$

Начальник электролаборатории: $______ / ______ /$
(Подпись)

Инженер-электрик $______ / ______ /$
(Подпись)

ИСПЫТАНИЯ ВАКУУМНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

« » 20 г.

Ревизия вакуумного выключателя на _ст._ _____

1. Паспортные данные:

Тип вакуумного выключателя	Номинальное напряжение	кВ
Заводской №	Номинальный ток	А
Год изготовления		

2. Осмотр вакуумного выключателя:

- | | | |
|---|--|-------|
| 1 | состояние контактов | _____ |
| 2 | состояние изоляторов | _____ |
| 3 | состояние заземления корпуса на контур | _____ |
| 4 | целостность вакуумных камер | _____ |

3. Измерение сопротивления изоляции подвижных и направляющих частей выключателя:

	Фаза «А»	Фаза «В»	Фаза «С»
Сопротивление изоляции, МОм			

4. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты 50 Гц изоляции выключателя:

Наименование изоляции	Фаза	Испытательное напряжение, кВ	Время испытания
Опорная изоляция	А		
	В		
	С		
Изоляция контактного разрыва	А		
	В		
	С		

5. Испытание сопротивление изоляции вторичных цепей и электромагнитов управления _____ МОм.

Изоляция вторичных цепей и электромагнитов управления испытана напряжением промышленной частоты 50Гц 1000 В в течении 1 минуты.

6. Измерение сопротивления постоянному току контактов вакуумного выключателя:

Фаза	Сопротивление контактов, мкОм		
	Рабочих	Искрогасительных	Всей фазы
А			
В			
С			

7. Проверка времени движения подвижных частей выключателя:

Тип выключателя	Тип привода	Время, с, от подачи импульса до момента			
		Замыкания контакта	Остановки подвижных частей	размыкания контакта	Остановки подвижных частей
		При включении		При отключении	
	электромагнитный				

8. Проверка срабатывания привода при пониженном напряжении:

Минимальное напряжение срабатывания отключающего электромагнита _____ В.
 Минимальное напряжение срабатывания контактора включения _____ В.

9. Опробование выключателя на отключение и включение:

Выключатель был опробован на работу трехкратным включением и отключением при номинальном напряжении на выводах включающей и отключающей катушках электромагнитов.

Заключение.

Вакуумный выключатель _____ находится в исправном состоянии и годен / ~~не годен~~

(ненужное зачеркнуть)

для включения в нормальную эксплуатацию с « » 20 г

ПРИБОРЫ	№ п/п	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата след. поверки	Примечания
	1						
	2						
	3						
	4						

Испытание производили: _____

Начальник электролаборатории: _____ / _____ /
 (Подпись)

Инженер-электрик _____ / _____ /
 (Подпись)

Электрооборудование: _____
Месторасположение: _____
Дата: _____

ПРОТОКОЛ № _____
испытания разъединителя.

Место установки _____

1. Основные данные:

Тип	Заводской номер	Год изготовления	U ном (кВ)	I ном (А)
			1	

2. Проверка сопротивления контактов постоянному току:

Сопротивление контактов, мкОм		
Фаза «А»	Фаза «В»	Фаза «С»

3. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты 50 Гц изоляции выключателя:

Наименование изоляции	Фаза	U исп (кВ)	Время испытания (мин)
Опорная изоляция	А		
	В		
	С		
Изоляция контактного разрыва	А		
	В		
	С		

4. Сопротивление изоляции подвижных и направляющих частей разъединителя:

Место испытания	U, кВ	t, мин.	Сопротивление ,МОм
Фаза А - В+С+земля			
Фаза В- А+С+земля			
Фаза С- В+А+земля			

Заключение.

Разъединитель типа _____ находится в исправном состоянии и годен / не годен для включения в нормальную эксплуатацию с « » 20 г. (ненужное зачеркнуть)

ПРИБОРЫ	№ п/п	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата след. проверки	Примечания
	1						
	2						
	3						

Испытание производили: _____

Начальник электролаборатории: _____ / (Подпись) /

Инженер-электрик _____ / (Подпись) /

Электрооборудование: _____
Месторасположение: _____
Дата: _____

ПРОТОКОЛ № _____
испытание изоляции в РУ _____ кВ
секция шин

Фаза «А» испытана напряжением _____ кВ, время испытания – _____ мин., расположена на опорных изоляторах типа _____ в кол-ве _____ шт.
Фаза «В» испытана напряжением _____ кВ, время испытания – _____ мин., расположена на опорных изоляторах типа _____ в кол-ве _____ шт.
Фаза «С» испытана напряжением _____ кВ, время испытания – _____ мин., расположена на опорных изоляторах типа _____ в кол-ве _____ шт.
Испытание проведено аппаратом типа: _____ дата след. поверки: _____ .20 г. _____
Погода – « _____ ». температура воздуха – « _____ » °С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Произведен внешний осмотр, замечаний нет. На момент проведения испытания изоляция секции _____ кВ _____ соответствует требованиям ПТЭЭП (п. 2.2.38) и пригодна для дальнейшей эксплуатации.

Испытание изоляторов высоковольтной измерительной штангой

При испытании опорных типа _____, натяжных типа _____ и подвесных типа _____ изоляторов РУ _____ кВ, выявлены следующие изоляторы, не удовлетворяющие техническим нормам и подлежащие замене: _____.

Испытание производили: _____

Начальник электролаборатории: _____ / _____ /
(Подпись)

Инженер-электрик _____ / _____ /
(Подпись)