

### Область применения

Рекомендации настоящей методики применяются при проведении испытаний косинусных конденсаторов, конденсаторов связи, отбора мощности и конденсаторов применяемых для защиты вращающихся машин от перенапряжений.

Косинусные конденсаторы предназначены для повышения коэффициента мощности электроустановок переменного тока частоты 50Гц как для групповой, так и для индивидуальной компенсации.

Конденсаторы устанавливаются на подстанциях предприятия на стороне высокого (6-10кВ) и низкого (0,22-0,66кВ) напряжения, а также у распределительных пунктов в цехах или отдельных приёмниках электрической энергии.

Подключение конденсаторов производится параллельно с индуктивным сопротивлением сети (поперечная компенсация), в большинстве случаев схема соединения конденсаторов в установках компенсации мощности - треугольник.

Конденсаторы применяемые для защиты вращающихся машин от атмосферных перенапряжений устанавливаются на стороне высокого напряжения в ЗРУ-10кВ и подключаются параллельно вентильным разрядникам или ОПН. При этом три конденсатора собираются в звезду и общая точка схемы соединяется с землёй.

Конденсаторы связи применяются в установках высокочастотной связи для разделения цепей высокого и низкого напряжения.

#### Конструкции конденсаторов и их технические данные.

Внешний вид косинусного конденсатора представлен на рисунке 1.

Конденсатор состоит из герметического металлического корпуса, в котором размещаются секции. Секция конденсатора (рисунок 2) представляет собой катушку, изготовленную путём намотки двух лент алюминиевой фольги, разделённых конденсаторной бумагой, на цилиндрическую оправу. После намотки секциям придаётся плоская форма для удобства размещения их в корпусе. Ленты из алюминиевой фольги являются обкладками конденсатора и имеют выводы. Секции конденсатора набираются в пакет и соединяются между собой последовательно или параллельно в зависимости от типа и мощности конденсатора. Выводы пакета через проходные изоляторы подключаются к зажимам. Конденсаторы изготавливаются однофазными или трёхфазными на различные по величине напряжения и мощности.

Краткие данные некоторых типов конденсаторов, применяемых в электроустановках для компенсации реактивной мощности, приведены в таблице 1.

Буквы и цифры в обозначении типоразмеров означают: К – косинусные; М – пропитка маслом; С – пропитка синтетическими жидкостями; 2 – второй габарит корпуса; 0,22 0,38 0,5 и т.д. – номинальное напряжение конденсатора в киловольтах; 4,5,13 и т.д. – номинальная мощность в киловольт-амперах реактивных.

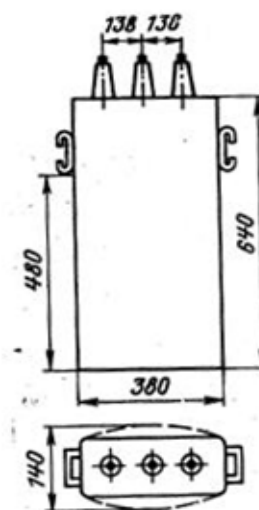


Рисунок 1. Внешний вид и размеры косинусного трёхфазного конденсатора на напряжение 0,4кВ.

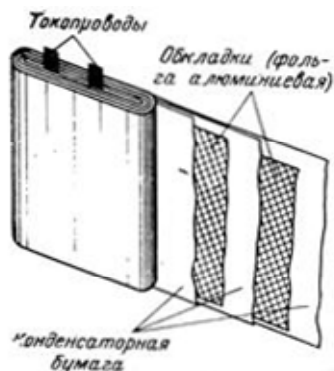


Рисунок 2. Секция косинусного конденсатора.

– пропитка синтетическими жидкостями; 2 – второй габарит корпуса; 0,22 0,38 0,5 и т.д. – номинальное напряжение конденсатора в киловольтах; 4,5,13 и т.д. – номинальная мощность в киловольт-амперах реактивных.

Автор: Янсюкевич Виктор Александрович – yanviktor.narod.ru  
вольт-амперах реактивных.

В конденсаторах первого габарита количество секций в пакете равно 30. Конденсаторы второго габарита состоят из двух пакетов по 30 секций в каждом.

Секции в пакете изолируются друг от друга изолирующими прокладками, затем весь пакет помещается в металлический корпус. В корпусе пакет подвергается термической обработке для удаления из изоляционной влаги и воздуха, затем корпус заполняется маслом или синтетической жидкостью и герметически закрывается.

Таблица 1.

Типоразмеры кон-денсаторов	Номинальные			Масса (кг)	Высота с изоляторами (мм)	Вид исполнения
	напряже-ние (В)	мощность (кВА)	ёмкость (мкФ)			
КМ-0,22-4,5	220	4,5	296	26	408	Трёхфазные или однофазные
КМ-0,38-13	380	13	286		408	
КМ-0,5-13	500	13	165		408	
КМ-0,66-13	660	13	95		422	
КМ-3,15-13	3150	13	4,17	24	445	Однофазные
КМ-6,3-13	6300	13	1,04		475	
КМ-10,5-13	10500	13	0,376		530	
КМ2-0,22-9	220	9	592	52	726	Трёхфазные и од-нофазные
КМ2-0,38-26	380	26	572		726	
КМ2-0,5-26	500	26	330		726	
КМ2-3,15-26	3150	26	8,34	48	760	Однофазные
КМ2-6,3-26	6300	26	2,08		790	
КМ2-10,5-26	10500	26	0,752		845	
КС-0,22-6	220	6	395	28	408	Трёхфазные и од-нофазные
КС-0,22-8	220	8	526		408	
КС-0,38-18	380	18	397		408	
КС-0,38-25	380	25	551		408	
КС-0,5-18	500	18	229		408	
КС-0,66-20	660	20	146		422	
КС-0,66-25	660	25	183		422	

Отдельные конденсаторы устанавливаются в ячейки - шкафы, в дополнение к конденсаторам монтируется аппаратура управления: контакторы, ключи, автоматы и т.п. Конденсаторные установка применяется для компенсации реактивной мощности на подстанциях, предприятиях и отдельных электроприёмников.

Внешний вид конденсаторной установки фирмы VEV представлен на рисунке 3.

Конденсаторные установки оснащаются регуляторами реактивной мощности и могут работать как в ручном, так и в автоматическом режиме. Конденсаторы в установках включаются обычно не одновременно, а по секциям, при этом каждая последующая секция увеличивает ём-



Рисунок 3. Внешний вид конденсаторной установки.

Автор: Янсюкевич Виктор Александрович – yanviktor.narod.ru  
кость уже подключенной к сети батареи.

В настоящее время конденсаторные установки выполняются из отдельных конденсаторов малой ёмкости (порядка 70 мкФ), из которых собирают общую ёмкость ступеней. Причём каждая из секций состоит из отдельных элементов которые управляются несколькими коммутационными аппаратами. Коммутационные аппараты одной секции включаются одновременно.

Кроме компенсации реактивной мощности некоторые типы конденсаторов применяются для защиты электроустановок от перенапряжений, в качестве делителей напряжения, в установках связи и для отбора мощности.

### *Объект испытания.*

При проведении испытаний конденсаторов производится:

- ✱ Внешний осмотр
- ✱ Измерение сопротивления изоляции
- ✱ Измерение сопротивления разрядного резистора
- ✱ Измерение ёмкости
- ✱ Измерение тангенса угла диэлектрических потерь
- ✱ Испытаний повышенным напряжением
- ✱ Испытание батарей конденсаторов.

Внешнему осмотру (визуальному контролю) подвергаются корпуса и изоляторы конденсаторов, состояние коммутационной аппаратуры конденсаторных установок и батарей.

Разрядный резистор конденсаторной батареи или отдельного конденсатора служит для снижения уровня напряжения на конденсаторе после отключения его от сети, путём разряда на себя. Сопротивление может быть вмонтировано в конденсатор или установлено снаружи между выводами конденсатора.

Сопротивление изоляции измеряется между выводами конденсатора и корпусом.

Ёмкость конденсатора является определяющим параметром для оценки работоспособности конденсатора или конденсаторной батареи.

### *Определяемые характеристики.*

#### *Внешний осмотр.*

Производится путём визуального контроля.

При обнаружении течи (капельной или иной) жидкого диэлектрика конденсатор бракуется независимо от результатов остальных испытаний.

#### *Измерение сопротивления изоляции.*

Измерение сопротивления изоляции конденсатора или конденсаторной батареи производится между замкнутыми между собой выводами и корпусом (землёй). Сопротивление изоляции не нормируется. Измерение сопротивления изоляции производится мегаомметром на напряжение 2500В.

#### *Измерение сопротивления разрядного резистора конденсаторов.*

Сопротивление разрядного резистора не должно превышать 100 МОм.

#### *Измерение ёмкости.*

Ёмкость измеряется у каждого отдельно стоящего конденсатора с выводом его из работы

Автор: Янсюкевич Виктор Александрович – yanviktor.narod.ru

или под рабочим напряжением (путём измерения ёмкостного тока или распределения напряжения на последовательно соединённых конденсаторах).

Измерение ёмкости является обязательным после испытания конденсатора повышенным напряжением.

Отклонение измеренных значений ёмкости конденсаторов от паспортных значений не должны выходить за пределы, указанные в таблице 2.

При контроле конденсаторов под рабочим напряжением оценка их состояния производится сравнением измеренных значений ёмкостного тока или напряжения конденсатора с исходными данными или значениями, полученными для конденсаторов других фаз (присоединений).

Таблица 2.

Наименование	Допустимое изменение измеренной ёмкости конденсатора относительно паспортного значения, %	
	При первом включении	В эксплуатации
Конденсаторы связи, отбора мощности и делительные	±5	±5
Конденсаторы для повышения коэффициента мощности и конденсаторы, используемые для защиты от перенапряжений	±5	±10
Конденсаторы продольной компенсации	+5, -10	±10

*Измерение тангенса угла диэлектрических потерь.*

Измерение производится на конденсаторах связи, конденсаторах отбора мощности и конденсаторах делителей напряжения.

Измеренное значение  $\text{tg } \delta$  не должно превышать 0,3% (при температуре 20<sup>0</sup>С) при первом включении и 0,8% в эксплуатации.

*Испытание повышенным напряжением.*

Испытывается изоляция относительно корпуса при закороченных выводах конденсатора.

Величина и продолжительность приложения напряжения регламентируется заводскими инструкциями.

Испытательные напряжения промышленной частоты для различных конденсаторов приведены ниже в таблице 3.

Таблица 3.

Конденсаторы для повышения коэффициента с номинальным напряжением, кВ	Испытательное напряжение частоты 50Гц, (кВ)	Испытательное выпрямленное напряжение, (кВ)
0,22	2,1	4,2
0,38	2,1	4,2
0,5	2,1	4,2
1,05	4,3	8,6
3,15	15,8	31,6
6,3	22,3	44,6
10,5	30,0	60

Конденсаторы для защиты от перенапряжений типа:		
СММ-20/3-0,107	22,5	25
КМ2-10,5-24	22,5-25,0	45-50

Испытания напряжением промышленной частоты могут быть заменены одноминутным испытанием выпрямленным напряжением, приведённым в таблице 3.

#### *Испытание батареи конденсаторов.*

Испытание производится трёхкратным включением батареи на номинальное напряжение с контролем значений токов по фазам. Токи в фазах не должны отличаться более чем на 5%. Контроль тока может осуществляться по приборам конденсаторной установки. Перед включение конденсаторной установки на номинальное напряжение желательно провести наладку регулятора с помощью приборов – например с применением прибора «РЕТОМ-41». Это позволит проверить коммутационные аппараты и работоспособность регулятора.

### Условия испытаний и измерений

Испытание конденсаторов производят при температуре окружающей среды не ниже  $+20^{\circ}\text{C}$ , в сухую погоду (или в помещении).

Влажность окружающего воздуха имеет значение при проведении высоковольтных испытаний, т.к. конденсат на конденсаторах и их изоляторах может привести к пробое изоляции и, соответственно, к выходу из строя оборудования (как испытательного, так и испытуемого). Перед проведением высоковольтных испытаний конденсаторы следует протереть от пыли, грязи и влаги.

Атмосферное давление особого влияние на качество проводимых испытаний не оказывает, но фиксируется для занесения данных в протокол.

### Средства измерений.

Измерение сопротивления разрядного сопротивления конденсаторов производят с помощью мостов постоянного тока типа Р333, ММВ и других. Кроме того, в большинстве случаев для измерения сопротивления разрядного резистора подойдут различные мультиметры.

Измерение сопротивления изоляции производится с помощью мегаомметра на напряжение 2500В, например МС-05.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производят с помощью различных установок, которые состоят из следующих элементов: испытательного трансформатора, регулирующего устройства, контрольно-измерительной и защитной аппаратуры. К таким аппаратам можно отнести установку АИИ – 70, АИД – 70, а также различные высоковольтные испытательные трансформаторы, которые обладают достаточным уровнем защиты и надлежащим уровнем подготовлены для проведения испытаний.

Измерение ёмкости конденсаторов и тангенса угла диэлектрических потерь производится с помощью мостов переменного тока типа Р2056 и прибора «ВЕКТОР». Кроме того, измерение ёмкости можно произвести с помощью многофункционального измерительного прибора MS-2000.

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

**Порядок проведения испытаний и измерений.**

**Измерение сопротивления изоляции конденсаторов.**

Измерение сопротивления изоляции конденсаторов производится при закороченных выводах конденсатора относительно корпуса (земли). Схема для проведения измерения сопротивления изоляции представлена на рисунке 4.

Измерение сопротивления изоляции конденсаторов в установках с составными батареями конденсаторов производится по схеме представленной на рисунке 4.1. Так как невозможно произвести объединение всех выводов конденсаторов для производства одного измерения необходимо производить измерение отдельно для каждого полюса конденсаторов относительно корпуса.

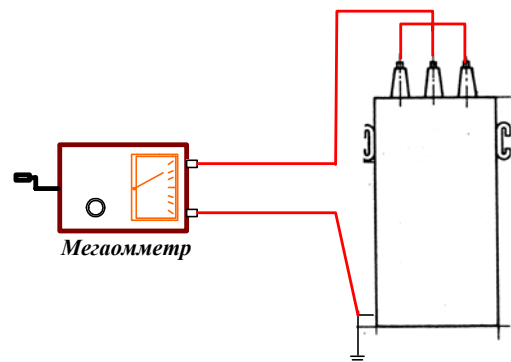


Рисунок 4. Схема измерения сопротивления изоляции конденсатора.

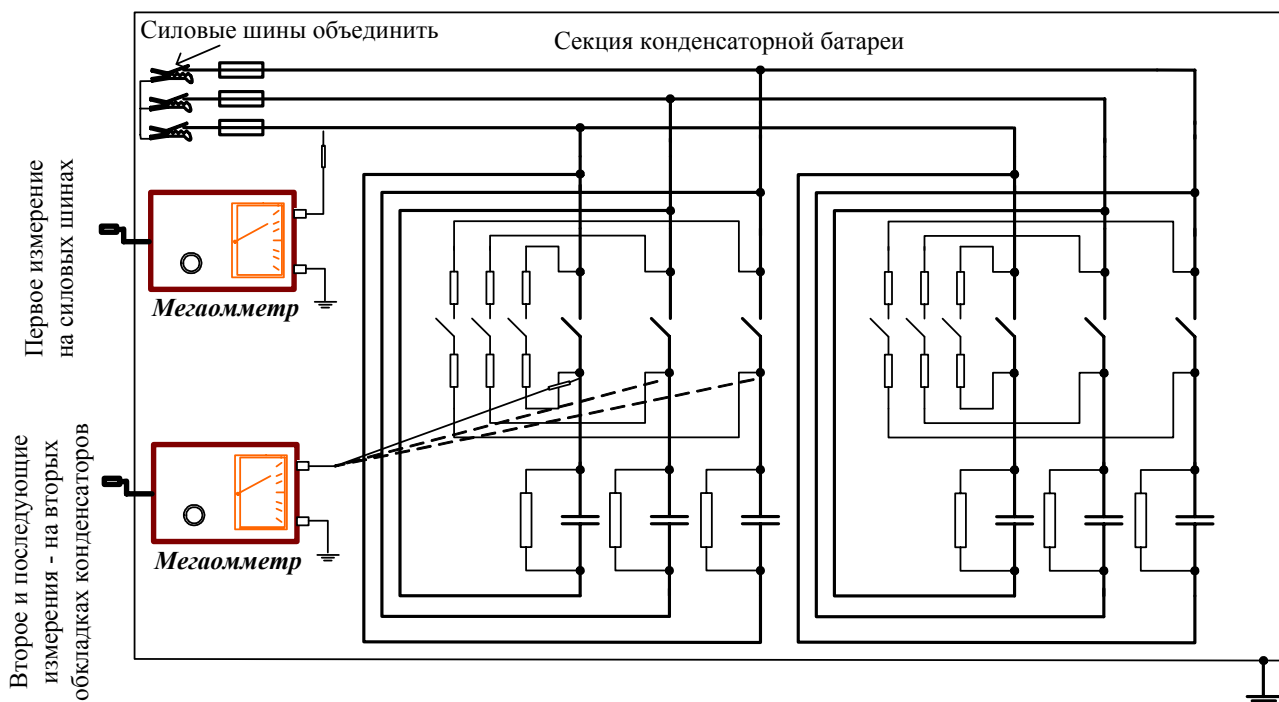


Рисунок 4.1. Схема измерения сопротивления изоляции конденсаторов в установках с наборными секциями конденсаторов

Первое измерение производят после объединения силовых шин конденсаторной установки. Это позволяет произвести одно измерение для сопротивления изоляции всех конденсаторов в установке с той стороны, которая подключена к силовым шинам непосредственно (смотри схему).

Автор: Янсюкевич Виктор Александрович – yanviktor.narod.ru

Вторые обкладки конденсаторов подключаются к силовым шинам после включения коммутационных аппаратов, поэтому, измерить сопротивление изоляции этих обкладок, можно только непосредственно с коммутационных аппаратов как показано на рисунке 4.1.

Предохранители силовых цепей снимать нет необходимости, так как они позволяют объединить все силовые цепи конденсаторной установки.

### Измерение сопротивления разрядного резистора конденсаторов.

Измерение с применением ММВ производится по схеме, приведённой на рисунке 5, поочерёдно для каждой из фаз конденсатора.

При измерении сопротивления резистора в фазах А-В и А-С (смотри рисунок) сопротивление резистора принимается равным показанию прибора, а при измерении сопротивления фаз В-С сопротивление резистора равно показанию прибора делённому на два. В некоторых случаях лучше производить измерение с отключением разрядных сопротивлений от конденсаторов. Это возможно если разрядные сопротивления стоят с внешней стороны конденсаторов (например на немецких конденсаторных установках типа VEM).

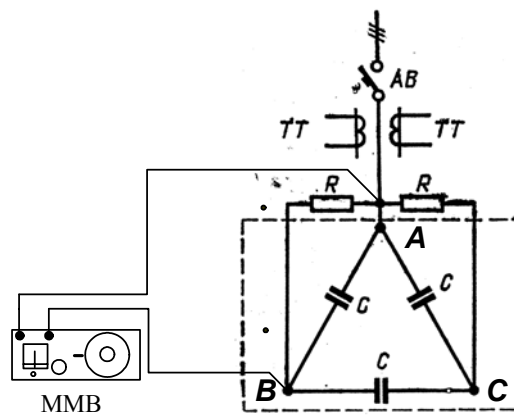


Рисунок 5. Измерение сопротивления разрядного резистора конденсатора.

### Измерение ёмкости

Измерение ёмкости конденсаторов производится в соответствии со схемой, представленной на рисунке 6.

Измерение ёмкости с помощью амперметра – вольтметра производится по схеме, представленной на рисунке 7, с подачей переменного напряжения частоты 50Гц. При этом величина напряжения должна быть определена расчётным путём и не должна превышать номинальное значение конденсатора.

После производства измерений однофазных конденсаторов методом амперметра - вольтметра необходимо произвести расчёт ёмкости конденсатора по полученным значениям тока и напряжения:

$$C_x = 10^6 * I / (\omega * U);$$

где:  $C_x$  - значение ёмкости (мкФ);  
 $I$  – измеренный ток (А);  
 $U$  – измеренное напряжение (В);  
 $\omega$  – угловая частота (314).

Аналогичные измерение производят при определении ёмкости трёхфазных конденсаторов. Но в этом случае существуют некоторые особенности. Схема измерения представлена на рисунке 8. Производится три измерения.

Полученные результаты обрабатываются следующим образом:

Мост пер. тока

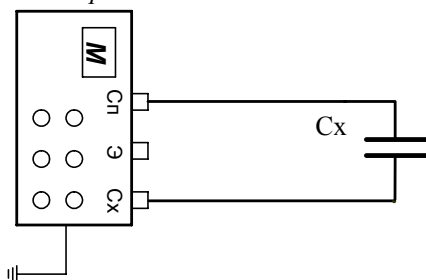


Рисунок 6. Измерение ёмкости конденсатора.

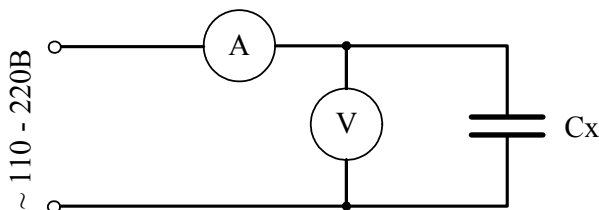


Рисунок 7. Измерение ёмкости методом амперметра-вольтметра

- Определяется ёмкость в каждом измерении по формуле, приведённой выше, исходя из значений тока и напряжения

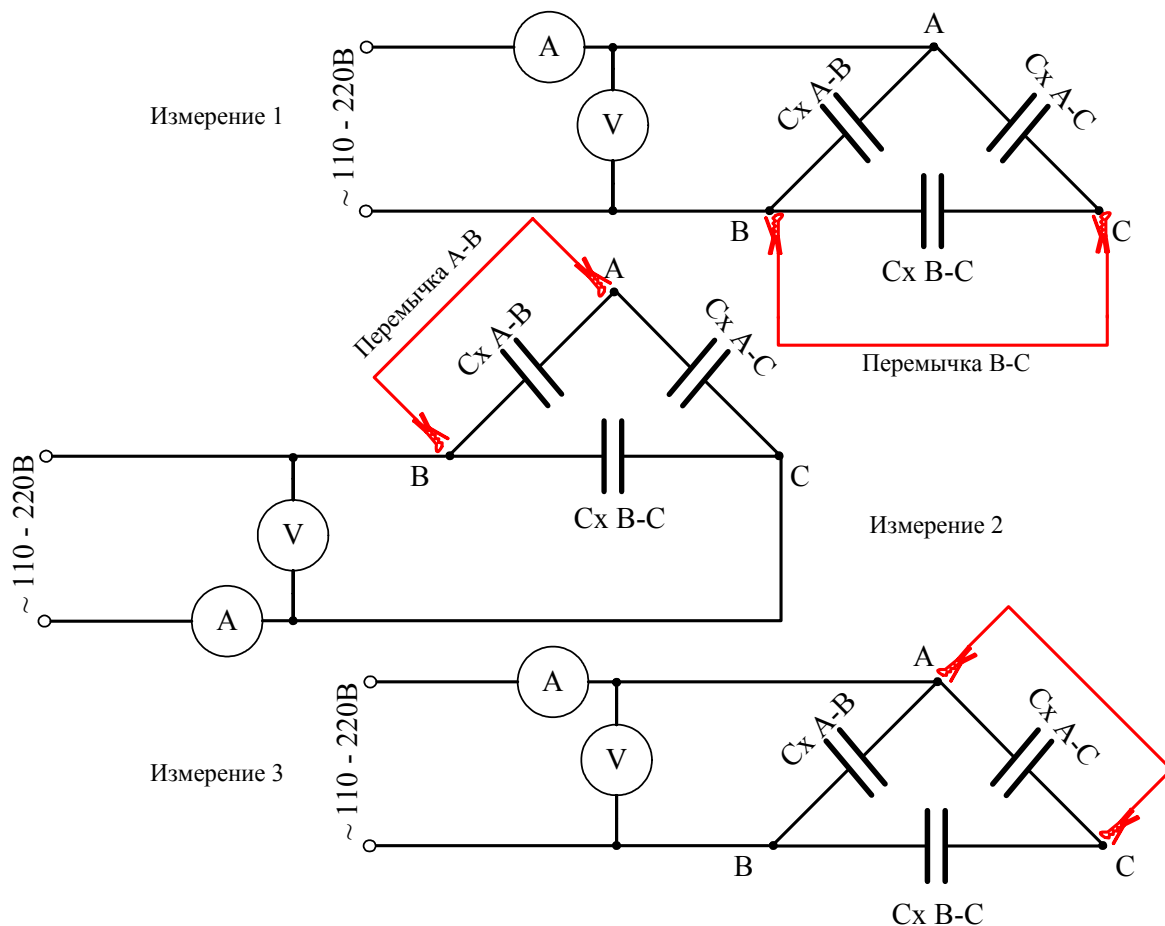


Рисунок 8. Измерение ёмкости трёхфазного конденсатора методом амперметра-вольтметра.

- Ёмкость каждой фазы определяется по формулам:  

$$C_{B-C} = (C_{x A-C} + C_{x B-C} - C_{x A-B}) / 2$$

$$C_{A-B} = (C_{x A-B} + C_{x B-C} - C_{x A-C}) / 2$$

$$C_{A-C} = (C_{x A-B} + C_{x A-C} - C_{x B-C}) / 2$$
- Полная ёмкость конденсатора определяется по формуле:  

$$C = (C_{B-C} + C_{A-B} + C_{A-C}) / 3$$

Ёмкости отдельных фаз не должны отличаться более чем на 5%.

Аналогичным образом производится измерение ёмкости трёхфазных конденсаторов с применением мостов переменного тока и прибора MS-2000.

Определение ёмкости отдельных конденсаторов в установках с наборными секциями удобно производить с использованием прибора MS-2000. Производится это по схеме представленной на рисунке 8.1. Прибор необходимо включить кнопкой «POWER», нажать кнопку «FUNC» и выбрав в меню закладку «CAPACITANCE» нажать кнопку «SET» - произвести измерение.

Силовые предохранители лучше снять для исключения влияний соседних секций. Измерения производятся для каждой группы конденсаторов в секции, при этом конденсаторы, управляемые одним коммутационным аппаратом, не должны отличаться друг от друга более чем на 10%. Ориентироваться необходимо именно на конденсаторы, подключенные к одному комму-



Автор: Янсюкевич Виктор Александрович – yanvictor.narod.ru

тационному аппарату (пускателю), потому, что конденсаторы в секции могут отличаться по ёмкости в несколько раз.

Проводить измерение с применением прибора MS-2000 очень удобно, так как можно сразу сравнить полученные результаты и нет необходимости собирать сложные схемы измерений.

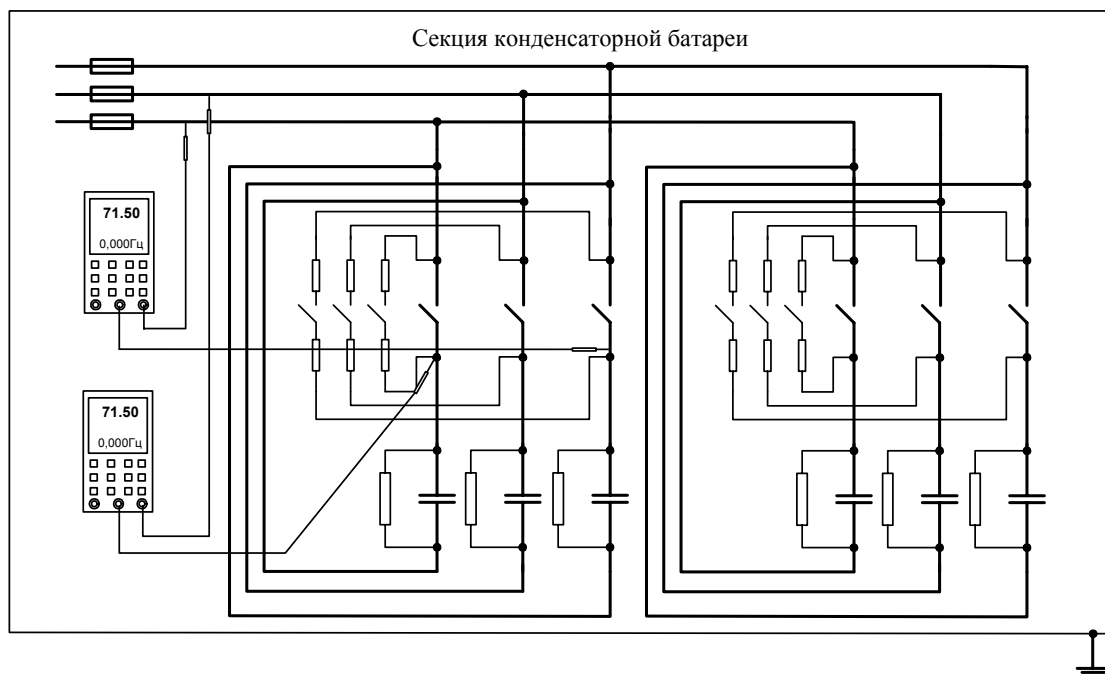


Рисунок 8.1. Схема измерения ёмкости конденсаторов в установках с наборными секциями.

Измерение ёмкости можно производить с применением прибора «ВЕКТОР». Для этого необходимо собрать схему аналогичную показанной на рисунке 6, для однофазных конденсаторов, или на рисунке 8 для трёхфазных. С помощью пульта управления необходимо перейти в режим «ИМПЕДАНС» и произвести измерение. Сначала на дисплее высветятся значения ёмкости и активного сопротивления объекта. С помощью пульта (нажав кнопку «ВЫБОР») можно перейти к показаниям частоты и фазы (Гц и градусы), затем к показаниям полного сопротивления и фазы (Ом и градусы) и затем к показаниям напряжения и тока ( $U_0$  и  $I_x$  – вольты и амперы).

Следует обратить внимание на то, что при измерении больших емкостей прибор «ВЕКТОР» следует подключать через понизительный трансформатор или ЛАТР (через ЛАТР удобнее – можно подрегулировать напряжение). Схема подключения прибора «ВЕКТОР» представлена на рисунке 8.2.

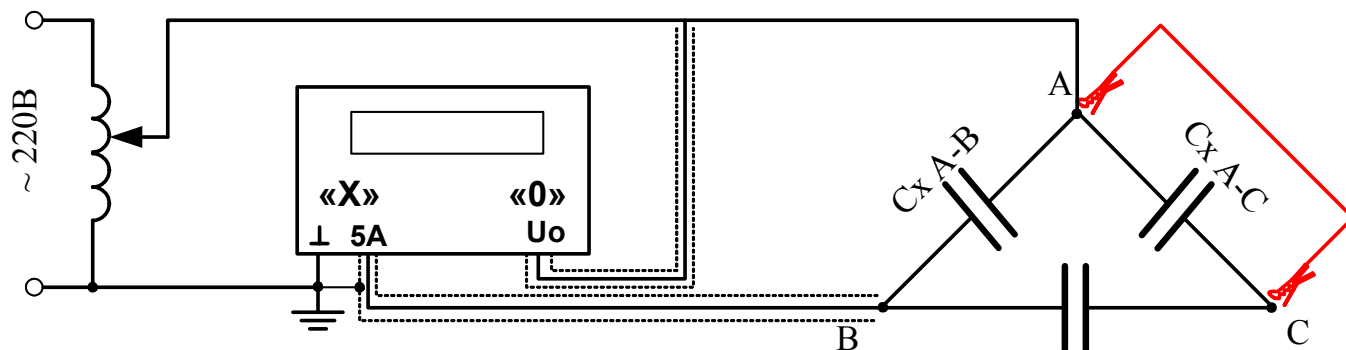


Рисунок 8.2. Подключение прибора «ВЕКТОР» для измерения ёмкости конденсатора.

После проведения измерений необходимо произвести пересчёт ёмкости по формуле приведённой выше. Данные по току и напряжению необходимо зафиксировать для занесения в протокол.

Измерение тангенса угла диэлектрических потерь

Измерение тангенса угла диэлектрических потерь конденсатора связи производится по схеме, представленной на рисунке 9 (измерение по перевёрнутой схеме подключения моста).

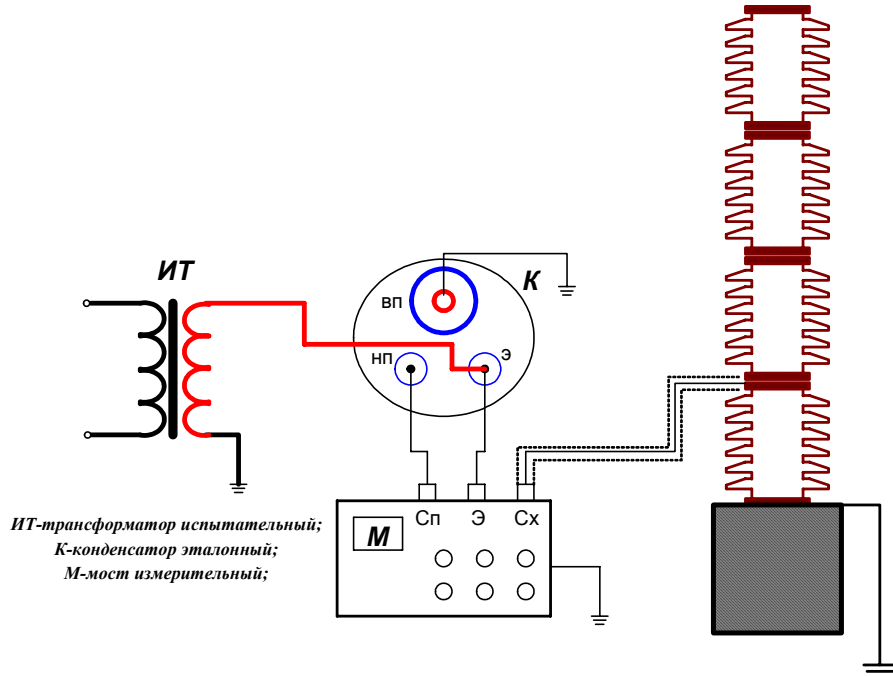


Рисунок 9 Схема измерения tg угла диэлектрических потерь конденсатора связи и конденсатора делителей напряжения по "перевёрнутой схеме" (отдельно по секциям).

Необходимо сделать два замера – для исключения влияния полярности питающего напряжения (для смены полярности необходимо поменять нуль и фазу на вилке питания). Первое измерение производится для первой секции, второе и последующие – при подключении схемы ко второму и следующему за ним элементу, при этом заземление подключается к верхней оголовке первой секции, потом второй и т.д, в зависимости от числа секций конденсатора.

Напряжение испытательного трансформатора при проведении измерений мостом переменного тока Р5026 и прибо-

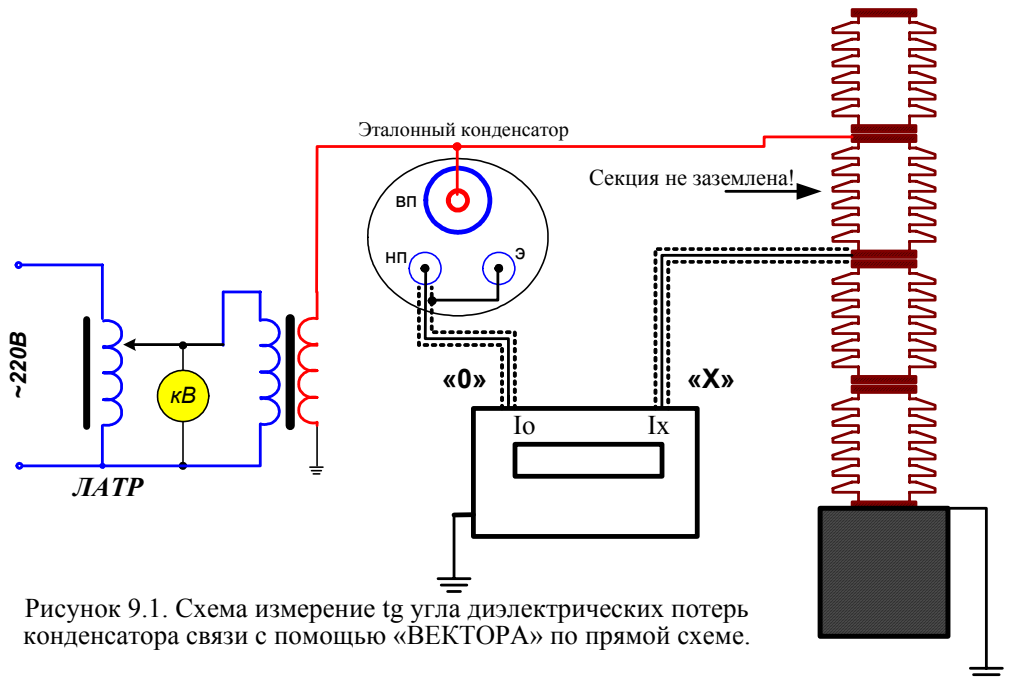


Рисунок 9.1. Схема измерение tg угла диэлектрических потерь конденсатора связи с помощью «ВЕКТОРА» по прямой схеме.

Автор: Янсюкевич Виктор Александрович – yanvictor.narod.ru  
 ром «ВЕКТОР» должно быть равным 10кВ.

Измерения по «прямой схеме» производятся с подачей высокого напряжения на объект испытания, при этом корпус прибора заземлён, а испытания по «обратной схеме» - с подачей высокого напряжения на корпус прибора, объект испытания – заземлён. «Прямая схема» с прибором «ВЕКТОР» представлена на рисунке 9.1. «Обратная схема» приведена на рисунках 9 и 9.2.

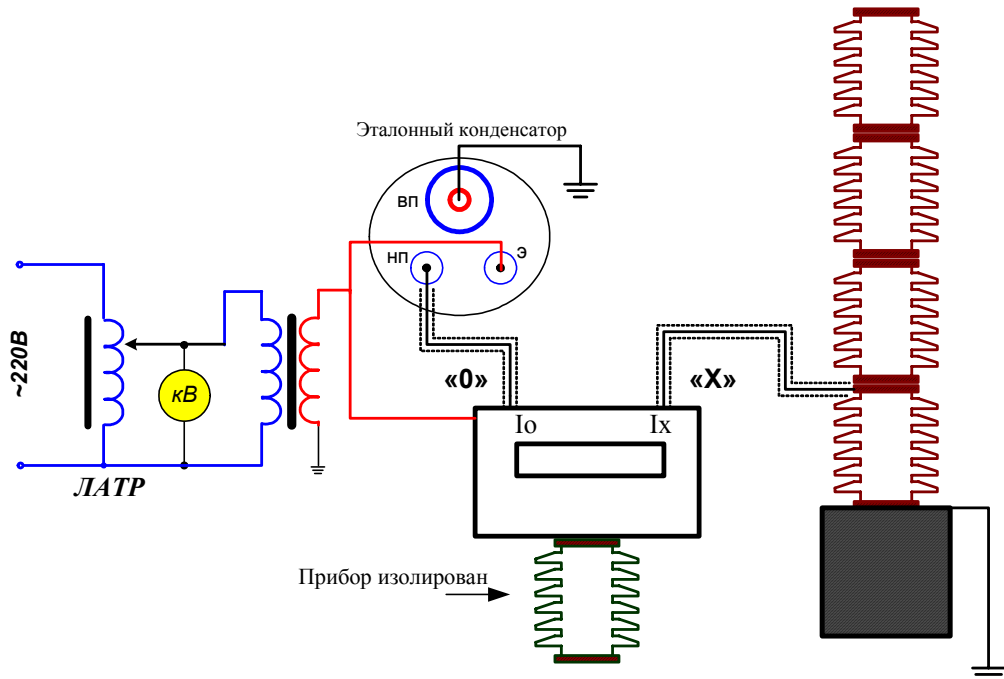


Рисунок 9.2. Схема измерение tg угла диэлектрических потерь конденсатора связи с помощью «ВЕКТОРА» по обатная (инверсная) схема.

Для проведения измерения «ВЕКТОР» переводится в режим «Диэлектрические параметры». В этом режиме можно нажатием на кнопку «ВЫБОР» перейти в дополнительные режимы с «Компенсацией токов влияния» и «Компенсацией помех общего вида». Во всех режимах прибор измерит  $I_0$  и  $I_x$  (мА) – (кнопка «ВЫБОР») ёмкость и tg (pF и %) – (кнопка «ВЫБОР») рабочее напряжение на объекте и  $C_0$  (кВ и pF) – (кнопка «ВЫБОР») частота и фаза (Гц и градус).

### Испытание повышенным напряжением

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производится по схеме на рисунке 10. Выводы конденсатора закорачиваются, и испытание производится относительно земли.

Испытание выпрямленным напряжением производится с применением аппаратом со встроенным выпрямителем. Схема для проведения испытаний на выпрямленном напряжении аналогична схеме на рисунке 10.

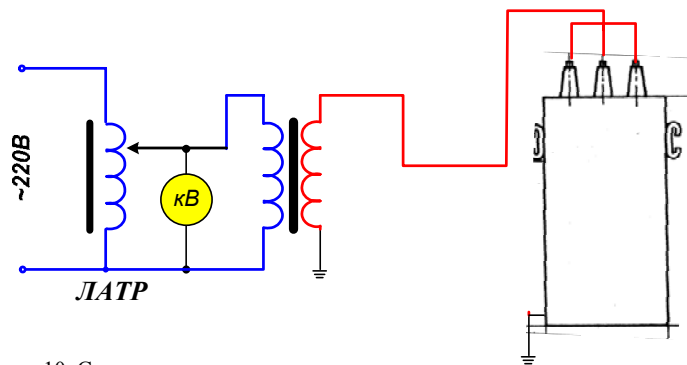


Рисунок 10. Схема испытания конденсаторов приложенным напряжением частоты 50Гц.

После проведения всех испытаний конденсаторов установки компенсации реактивного тока (если испытания проводились для этих конденсаторов) необходимо произвести проверку регулятора реактивной энергии, а затем включать установку под рабочее напряжение. Проверку регулятора необходимо выполнять по заводским инструкциям и схемам.

### Обработка данных, полученных при испытаниях.

Первичные записи рабочей тетради должны содержать следующие данные:

- + дату измерений.
- + температуру, влажность и давление
- + наименование, тип, заводской номер оборудования
- + номинальные данные объекта испытаний
- + результаты испытаний
- + результаты внешнего осмотра
- + используемую схему

Все данные испытаний сравниваются с требованиями НТД, и на основании сравнения выдётся заключение о пригодности объекта к эксплуатации.

При необходимости определения реактивной мощности испытуемого конденсатора (батареи конденсаторов) осуществляют расчёт по следующим формулам:

$$Q = C_x \omega U^2 / 1000;$$

где:  $C_x$  - значение ёмкости (мкФ);  
 $U$  – измеренное напряжение (кВ);  
 $\omega$  – угловая частота (314).

По формуле приведённой выше рассчитывается мощность однофазного конденсатора. При необходимости определения мощности батареи конденсаторов в формулу необходимо добавить коэффициенты, соответствующие схеме соединения конденсаторов в батарее:

$$Q = 3 C_x \omega U^2 / 1000;$$

(соединение в треугольник)

$$Q = \sqrt{3} C_x \omega U^2 / 1000;$$

(соединение в звезду)

Данные измерений, произведённых при завышенной (заниженной) температуре окружающего воздуха не требуется приводить к температуре заводских данных или к какой-либо определённой, нормируемой температуре.

Исключение в данном случае составляют результаты измерения тангенса угла диэлектрических потерь, так как нормирование величины тангенса в НТД ведётся при температуре 20 °С. Поэтому полученные при испытаниях величины необходимо привести к температуре 20 °С для проведения сравнения с нормами.

Для приведения используют следующую формулу:

$$X = X_1(t_2 + 235) / (t_1 + 235)$$

где:  $X$  - значение параметра (тангенса);  
 $X_1$  – значение измеренного параметра (тангенса) при  $t_2$ ;

Автор: Янсюкевич Виктор Александрович – uanviktor.narod.ru

$t_1$  – температура в 20 °С;

$t_2$  – температура при испытании (°С) при которой было проведено испытание.

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

Пред 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.

Пред окончанием работ необходимо:

- 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 рабочую 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.

Измерение сопротивления изоляции мегаомметром 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.

### **Проведение работ с подачей повышенного напряжения от постороннего источника при испытании силовых кабельных линий.**

К проведению испытаний электрооборудования допускается персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний и требований, содержащихся в разделе 5.1 Правил Безопасности, комиссией, в состав которой включаются специалисты по испытаниям электрооборудования с соответствующей группой.

Автор: Янсюкевич Виктор Александрович – yanviktor.narod.ru

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 IУ, 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 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 строке «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 мм<sup>2</sup>. Перед испытанием следует проверить надёжность заземления корпуса.

Автор: Янсюкевич Виктор Александрович – yanviktor.narod.ru

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 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.

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.

