

«УТВЕРЖДАЮ»

« » 20 г.

МЕТОДИКА
измерения сопротивления изоляции проводов и
кабелей

Содержание	стр.
1. Область применения.	3
2. Объект испытания_	3
3. Определяемые характеристики.....	5
4. Условия испытаний и измерений.....	7
5. Средства измерений.....	7
6. Порядок проведения испытаний и измерений.....	7
6.1. Операции перед подготовкой измерений	7
6.2. Измерение сопротивления изоляции.....	8
6.3. Порядок проведения измерений.....	9
7. Обработка результатов измерений.....	9
8. Оформление результатов измерений.....	9
9. Требования безопасности.....	9
10. Форма протокола.....	11

1. Область применения.

Рекомендации настоящей методики распространяются на проведение испытаний, измерение сопротивления изоляции силовых и контрольных кабелей напряжением до 1000В.

Силовые кабели применяются для передачи электрической энергии, основное назначение контрольных кабелей – передача энергии, управляющих и измерительных импульсов в цепях вторичной коммутации. В качестве контрольных кабелей могут применяться силовые кабели с малым сечением токопроводящих жил, применение контрольных кабелей в качестве силовых практически не практикуется.

Выдержки из ГОСТ 15845-80 «Изделия кабельные. Термины и определения» Силовые кабели	
Силовой кабель	Кабель для передачи электрической энергии токами промышленных частот
Кабели и провода различного назначения	
Кабель управления	Кабель для цепей дистанционного управления, релейной защиты и автоматики
Контрольный кабель	Кабель для цепей контроля и измерения на расстоянии электрических и физических параметров

Выдержки из ГОСТа приведены для общего понятия в принципе разделения кабелей по их назначению. Для удобства мы будем рассматривать кабели управления и контрольные кабели как одно целое и в дальнейшем будем именовать их как контрольные.

Самое важное преимущество кабельных линий в долговечности и почти полной независимости от атмосферных воздействий.

В основном силовые кабельные линии напряжением 0,4кВ (до 1000В) прокладывают на небольшие расстояния, или в том случае, когда применение ВЛ не целесообразно по причине перегруженности надземного пространства. В производственных помещениях и на производственных и заводских территориях в последнее время всё чаще применяют кабельные эстакады для прокладки как силовых, так и контрольных кабелей.

Внутри зданий кабели прокладываются по стенам и потолкам. Разрешается также прокладка кабелей в трубах или каналах в полу или междуэтажных перекрытиях, где они могут быть легко заменены в случае повреждения. Для горизонтальной прокладки по стенам применяются специальные опорные металлические конструкции, настенные полки и профили с кабельными закладными подвесами.

Все кабели должны подвергаться периодическим испытаниям в соответствии с данной методикой.

2. Объект испытания.

Силовые и контрольные кабели любого напряжения состоят из токопроводящих жил, изоляционных и защитных оболочек.

Токопроводящие жилы кабелей выполняются из меди или алюминия. По форме сечения жилы изготавливаются круглыми, секторными и сегментными. В зависимости от числа токопроводящих жил силовые кабели бывают одно-, двух-, трёх- и четырёх- жильными. Отечественные заводы изготавливают силовые кабели следующих стандартных сечений: 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500 и 600 мм².

Силовые кабели изготавливаются на различные напряжения и в зависимости от этого имеют определённый диапазон стандартных сечений. Четырёхжильные кабели (рисунок

1) изготавливаются только на напряжение до 1000В и имеют сечения жил от 1,5 до 185 мм². Четвёртая жила четырёхжильного кабеля, называемая нулевой, имеет сечение равное фазной жиле или вдвое меньше. В настоящее время всё большее распространение получают силовые кабели для электроустановок напряжением до 1000В с пятью отдельными жилами, из которых три являются фазными, одна - нулевой рабочей и одна - нулевой защитной.

Токоведущие жилы контрольных кабелей имеют сечение от 0,75 мм² до 4мм² и могут быть выполнены из меди или алюминия. Следует сразу отметить, что алюминиевые жилы обычно имеют сечение не менее 2,5мм², это обусловлено условиями механической прочности отдельной жилы. Медные жилы могут выполняться многопроволочными – каждая жила состоит из отдельных проволочек в общей изоляции – это делает каждую жилу более устойчивой к излому в процессе разделки кабеля и монтажа.

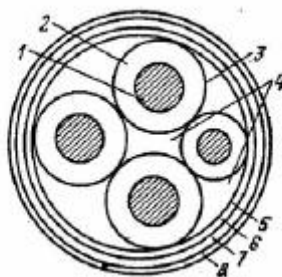


Рисунок 1. Силовой кабель на напряжение до 1кВ. 1 - токопроводящая жила, 2 - изоляция, 3 - обмотка прорезиненной лентой (или пластик), 4 - заполнение, 5 - обмотка лентой, 6 - оболочка, 7 - броня, 8 - защитные покровы.

Процесс монтажа многопроволочного кабеля несколько усложняется – это связано с тем, что необходимо каждую проволочку жилы покрыть припоем перед установкой наконечника.

Изолирующие оболочки кабелей предназначены для изоляции токоведущих жил друг от друга (фазная изоляция) и от земли (поясная изоляция). Изолирующие оболочки могут быть выполнены из резины, пластика и бумаги, пропитанной маслоканифольным составом.

Защитные оболочки кабелей служат для защиты изолирующих оболочек от разрушения при проникновении влаги и от механических повреждений. Защитные оболочки, образующие герметический слой вокруг изоляционных оболочек, выполняются из свинца, алюминия или пластмасс.

Для защиты свинцовых оболочек от химических воздействий их обматывают бумажной лентой, пропитанной кабельной массой (канифоль, растворённая в минеральном масле), а поверх покрывают оболочкой из джута. От механических повреждений кабель защищается бронёй, которая состоит из плоских стальных лент или стальных проволочек. Защита брони от воздействия различных веществ, находящихся в почве, осуществляется ещё одной джутовой оболочкой.

Кабели в зависимости от конструкции их защитных оболочек могут быть проложены в земляных траншеях, по стенам, потолкам и конструкциям внутри здания, в блоках, туннелях и каналах. Так, например, во внутренних помещениях, а также в каналах и туннелях прокладывают кабели с алюминиевой, свинцовой, пластмассовой внешней оболочкой, не-

бронированные и бронированные, но без внешней джутовой оболочки. В земляных траншеях прокладывают силовые кабели, защищённые бронёй и джутовой оболочкой, а также некоторые кабели с пластмассовой оболочкой.

3. Определяемые характеристики.

3.1. Сопротивление изоляции постоянному току характеризует электропроводимость диэлектрика, определяющую ток сквозной проводимости и является одним из основных показателей надежности электроустановки. Минимально допустимые значения сопротивления изоляции указаны в таблице №1.

3.2. За величину измеренного сопротивления принимать значения стрелочного указателя.

3.3. Погрешность измерения определяется классом прибора, применяемого для измерения сопротивления изоляции.

Таблица №1

Минимально допустимые значения сопротивления изоляции элементов электрических сетей напряжением до 1000 В

Наименование элемента	Напряжение мегаомметра, В	Сопротивление изоляции, МОм	Примечание
Электроизделия и аппараты на номинальное напряжение, В: до 50 свыше 50 до 100 свыше 100 до 380 свыше 380	100 250 500-1000 1000-2500	Должно соответствовать указаниям изготовителей, но не менее 0,5	При измерениях полупроводниковые приборы должны быть зашунтированы
Распределительные устройства, щиты и токопроводы	1000-2500	не менее 1	Измерения проводятся на каждой секции распределительных устройств
Электропроводки, в том числе осветительные сети	1000	не менее 0,5	Измерения сопротивления изоляции в особо опасных помещениях и наружных установках производятся 1 раз в год. В остальных случаях измерения проводятся 1 раз в 3 года. При измерениях в силовых цепях должны быть приняты меры для предотвращения повреждения устройств, в особенности микроэлектронных приборов. В осветительных сетях должны быть вывинчены лампы, штепсельные розетки

			включатели присоединены.
Вторичные цепи распределительных устройств, цепи питания приводов выключателей и разъединителей, цепи управления, защиты, телемеханики и т.п.	1000-2500	не мене 1	Измерения проводятся со всеми присоединенными аппаратами (катушки, контакторы, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов напряжения и тока).
Краны и лифты	1000	не мене 0,5	Производится не реже 1 раза в год.
Стационарные электроплиты	1000	не мене 1	Производится при нагретом состоянии плиты не реже 1 раза в год.
Шинки постоянного тока и шинки напряжения на щитах управления	500-1000	не мене 10	Производится при отсоединенных цепях
Цепи управления защиты, автоматики, телемеханики, возбуждения машин постоянного тока на напряжение 500-1000В, присоединенных к главным цепям	500-1000	не мене 1	Сопротивление изоляции цепей напряжением до 60в, питающихся от отдельного источника измеряется мегаомметром на напряжение 5000в и должно быть не мене 0,5МОм
Цепи, содержащие устройства с микроэлектронными элементами, рассчитанные на рабочее напряжение В:до 60 выше 60	100 500	не мене 0,5 не мене 0,5	

Измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции производится мегаомметром. У силовых кабелей на напряжение до 1кВ и ниже сопротивление изоляции должно быть не ниже 0,5 МОм. У контрольных кабелей сопротивление изоляции не должно быть ниже 1 МОм.

Испытание изоляции кабелей.

Изоляция силовых кабелей напряжением до 1000В и контрольных кабелей испытывается напряжением 1кВ частоты 50Гц в течение 1 минуты. Для силовых кабельных линий одноминутное испытание изоляции может быть заменено измерением сопротивления изоляции с помощью мегаомметра на напряжение 2500В. Испытание изоляции производится перед вводом в эксплуатацию.

Испытание контрольных кабелей в составе устройств релейной защиты производится в период проведения наладочных работ (Н), а также первом профилактическом контроле (К1).

4. Условия испытаний и измерений.

Испытание силовых и контрольных кабельных линий производят при положительной температуре окружающей среды, это связано с тем, что в холодное время года, в мороз в случае наличия в кабельной массе или внутри изоляции низковольтного кабеля частиц воды в замёрзшем состоянии это не будет выявлено при испытании, так как лёд является диэлектриком.

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

5. Средства измерений.

Измерение сопротивления изоляции силовых и контрольных кабелей производят с помощью мегаомметра. Если измерения проводятся в нормальных условиях (не во взрывоопасной зоне), то мегаомметр может быть любого типа на соответствующее напряжение.

Измерение сопротивления изоляции производится мегаомметрами со следующими техническими данными:

Условное обозначение	Диапазон измерений, МОм	Выходное напряжение, В	Основная относительная погрешность СИ
ЭСО 202/2-Г	0- 10000	500 +50 1000 + 100, 2500 ± 250	+ 15 % от измеряемого значения

5.1. Время установления показаний не превышает 15 сек.

5.2. Режим работы мегаомметров прерывистый: измерение - 1 мин, пауза - 2 мин.

5.3. Питание мегаомметра осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц или вращением рукоятки.

5.4. Энергопотребление от сети переменного тока не более 10 ВА.

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

6. Порядок проведения испытаний и измерений.

Измерение сопротивления изоляции выполняют методом прямых измерений

6.1. Операции перед подготовкой измерений.

Перед началом измерений необходимо:

- убедиться, с помощью указателя напряжения, что на испытуемой кабеле нет напряжения;
- тщательно очистить изоляцию жил от пыли и грязи;
- заземлить токоведущие жилы с помощью переносного заземления на 2 - 3 мин. для снятия с них возможных остаточных зарядов.

Выбрать соответствующий предел измерений (в соответствии с ожидаемой величиной сопротивления изоляции) и подвергнуть мегаомметр контрольной проверке, которая заключается в сопоставлении показаний на шкале при разомкнутых и замкнутых проводах. В первом случае стрелка должна находиться у отметки «бесконечность», во втором случае у нуля.

6.2. Измерение сопротивления изоляции.

Схема для измерения сопротивления изоляции силовых кабельных линий представлена на рисунке 2.

Рисунок №2.



В условиях действующих электроустановок отключать силовые кабели от коммутационных аппаратов не обязательно, исключение составляют случаи, когда отключение связано с обеспечением безопасных условий работ – технические мероприятия при подготовке рабочего места.

Принцип измерения сопротивления изоляции состоит в том, чтобы произвести измерение между каждым парными проводниками кабеля и (в случае если кабель бронированный) между каждым проводником и броней. Иными словами необходимо измерить сопротивление изоляции между фазными проводниками, между каждым фазным проводником и нулевой жилой, между каждым проводником кабеля и РЕ-каждым фазным проводником и нулевой жилой, между каждым проводником кабеля и РЕ-проводником (броней). Если в кабеле существует и РЕ-проводник и броня одновременно, то их можно считать одним проводником при измерении сопротивления изоляции. В случае, если в кабеле нет пятой жилы и нет брони, за РЕ-проводник можно принимать металлические конструкции РУ, заземление и заземлённых частей электрооборудования. Таким образом, можно выявить нарушение изоляции нулевой жилы и общей изоляции или оболочек кабеля.

Измерение сопротивления изоляции контрольных кабелей проводят аналогично. При измерении разрешается объединять все проводники вместе и измерять затем сопротивление изоляции всего пучка относительно одного, затем отсоединять следующий и т.д.

Проводник, у которого изоляцию уже измерили, необходимо подключить к общему пучку проводников. Второй конец контрольного кабеля также должен быть «разделан» и все жилы разведены в воздухе. Таким образом, постепенно измеряется сопротивление изоляции каждой жилы кабеля относительно земли и других жил.

Если контрольный кабель уже установлен и все жилы его подключены к оборудованию, то сопротивление изоляции этого кабеля измеряют вместе с сопротивлением изоляции самого оборудования. Иными словами, отключение кабеля от цепей оборудования не производится.

6.3. Порядок проведения измерений.

6.3.1 Установить переключатель измерительных напряжений в нужное положение, а переключатель диапазонов в положение «1».

6.3.2 При вращении рукоятки генератора или при нажатой кнопке СЕТЬ (в случае питания от сети), начинает светиться индикатор ВН, что свидетельствует о наличии выходного напряжения на клеммах прибора.

6.3.3 Убедившись в отсутствии напряжения на объекте, подключите объект к гнездам «ГХ». При необходимости экранировки, для уменьшения влияния токов утечки, экран объекта подсоединить к гнезду «Э».

6.3.4 Для проведения измерений вращать рукоятку генератора со скоростью (120 - 144) оборотов в минуту или держать нажатой кнопку СЕТЬ, при питании от сети.

6.3.5. После установления стрелочного указателя, сделайте отсчет значения измеренного сопротивления. При необходимости перейдите на другой диапазон.

6.3.6 По окончании измерений установите переключатели мегомметра в среднее положение.

7. Обработка результатов измерений.

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

7.1. В ПУЭ согласно таблицы 1.8.39 нормируется наименьшее допустимое сопротивление изоляции 0,5 МОм.

7.2. Согласно раздела 4 данной методики применяемый для измерений мегомметр ЭСО-202/2 имеет предел допускаемой относительной погрешности + 15% от измеряемой величины.

7.3. С учетом п.п. 7.1 и 7.2 наименьшее допустимое сопротивление изоляции увеличится на величину погрешности мегомметра и будет равно $0,5 \text{ МОм} + (0,5 \cdot 0,15) = 0,575 \text{ МОм}$.

8. Оформление результатов измерений.

На основании данных измерений оформляется протокол установленной формы согласно ГОСТ Р 50571.16-99. Копии протоколов испытаний и измерений подлежат хранению в архиве электролаборатории не менее 6 лет.

9. Требования безопасности.

9.1. При измерении сопротивления изоляции электроустановок необходимо руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок потребителей и Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей.

9.2. Измерение сопротивления изоляции в электроустановках до 1000 В может выполнять

по распоряжению один работник с группой по электробезопасности не ниже III.

9.3. Измерение проводится на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления.

9.4. Перед началом измерений необходимо убедиться в отсутствии людей, работающих на той части электроустановки, к которой присоединен мегомметр. При необходимости - выставить охрану.

9.5. Соединительные провода следует присоединить с помощью изолирующих держателей.

9.6. При работе с мегомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, запрещается.

9.7. После окончания измерения необходимо снять остаточный заряд с объекта измерения, посредством его кратковременного заземления.

9.8. Измерение сопротивления изоляции электроустановок опасности для окружающей среды не представляет.

Начальник электролаборатории

ПРОТОКОЛ №
испытания контрольного кабеля

«___» _____ 20 г.

Где:

1. Произведен внешний осмотр кабельной линии, замечаний нет. Бирка на конце КЛ в удовлетворительном состоянии.
2. Измерение сопротивления изоляции:

трасса	Сечение, мм ²	Длина, м	муфты			марка	причина испытания: профилактика, перед монтажом, после монтажа
			столб.	соед.	вором.		

вид тока	накал В	испытат. напряж. кВ	утечка	продолж. испытан. минут	мин. сопротив. изоляц. МОм	Емкость, мФ
пост.						

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

На момент проверки параметры измерений соответствует / не соответствует требованиям
(ненужное зачеркнуть)

ПТЭЭП (п. 2.4.28). Кабель годен / не годен к дальнейшей эксплуатации.
(ненужное зачеркнуть)

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

Испытание производили: _____

Начальник электролаборатории: _____ / _____ /
(Подпись)

Инженер-электрик _____ / _____ /
(Подпись)

**ПРОТОКОЛ №
испытания кабеля**

«___» _____ 20 г.

Где: _____

1. Произведен внешний осмотр кабельной линии, замечаний нет. Бирка на конце КЛ в удовлетворительном состоянии.
2. Измерение сопротивления изоляции:

трасса		Сечение, мм ²	Длина, м	муфты			марка	причина испытания: профилактика, перед монтажом, после монтажа	
				столб.	соед.	вором.			
фаза	вид тока	накал В	испытат. напряж. кВ	утечка	продолж. испытан. минут	сопрот. изоляц, МОм	емкость мФ	явления, наблюдавш. при испытании	
К-З+Ж+N	пост.								
Ж-К+З+N	пост.								
З-К+Ж+N	пост.								
К-N	пост.								
Ж-N	пост.								
З-N	пост.								

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

На момент проверки параметры измерений соответствует / не соответствует требованиям
(ненужное зачеркнуть)

ПТЭЭП (п. 2.4.28). Кабель годен / не годен к дальнейшей эксплуатации.
(ненужное зачеркнуть)

ПРИБОРЫ	№ п/п	Наименование прибора	Тип	№ прибора	Класс точности	Дата след. поверки	При- меча- ния

Испытание производили: _____

Начальник электролаборатории: _____ / _____ /
(Подпись)

Инженер-электрик _____ / _____ /
(Подпись)