

50-51 Лабораторная работа №1. Измерение сопротивлений изоляции кабелей и проводов.



СОДЕРЖАНИЕ:

Проверка: испытание или измерение?

Типовые причины неисправности изоляция

Принцип измерения сопротивления изоляции и влияющие на него факторы

Методы тестирования и интерпретация результатов

Нормы испытательного напряжения для кабелей/оборудования

Безопасность при тестировании изоляции

Часто задаваемые вопросы

Как выбрать измеритель сопротивления изоляции (мегомметр)?

Для безопасной работы все электрические установки и оборудование должны иметь сопротивление изоляции, соответствующее определенным характеристикам. Независимо от того, идет ли речь о соединительных кабелях, оборудовании секционирования и защиты, трансформаторах, электродвигателях и генераторах – электрические проводники изолируются с помощью материалов с высоким электрическим сопротивлением, которые позволяют ограничить, насколько это возможно, электрический ток за пределами проводников.

Из-за воздействий на оборудование качество этих изоляционных материалов меняется со временем. Подобные изменения снижают электрическое сопротивление изоляционных материалов, что увеличивает ток утечки, который, в свою очередь, приводит к серьезным последствиям, как с точки зрения безопасности (для людей и имущества), так и с точки зрения затрат на остановки производства.

Регулярная проверка изоляции, проводимая на установках и оборудовании в дополнение к измерениям, выполняемым на новом и восстановленном оборудовании во время ввода в эксплуатацию, помогает избегать подобных инцидентов за счет профилактического обслуживания. Данные испытания дают возможность обнаружить старение и преждевременное ухудшение изоляционных свойств прежде, чем они достигнут уровня, способного привести к описанным выше инцидентам.

Проверка: испытание или измерение?

На первом этапе полезно прояснить разницу между двумя типами проверки, которые часто путают – испытание электрической прочности изоляции и измерение сопротивления изоляции.



Испытание электрической прочности, также называемое «испытание на пробой», позволяет определить способность изоляции выдерживать выброс напряжения средней длительности без возникновения искрового пробоя. Фактически такой выброс напряжения может быть вызван молнией или индукцией в результате неисправности линии электропередачи. Основной целью этого теста является обеспечение соответствия строительным нормам и правилам, касающимся путей утечки и зазоров. Этот тест часто выполняется с использованием напряжения переменного тока, но также при испытаниях применяется и напряжение постоянного тока. Подобный тип измерений **требует использования установок для испытания кабелей повышенным напряжением**. Результатом является значение напряжения, обычно выраженное в киловольтах (кВ). Испытания электрической прочности в случае неисправности могут быть разрушительными, в зависимости от уровней тестирования и энергетических возможностей инструмента. Поэтому этот метод используется для типового тестирования на новом или восстановленном оборудовании.



до 200 ГОм

до 999 ГОм

При нормальных условиях испытаний **измерение сопротивления изоляции** является неразрушающим тестированием. Этот замер выполняется с использованием напряжения постоянного тока меньшей величины, чем при испытании электрической прочности, и **дает результат, выраженный в кОм, МОм, ГОм или ТОм**. Значение сопротивления указывает на качество изоляции между двумя проводниками. Поскольку данное испытание является неразрушающим, его особенно удобно использовать для контроле старения изоляции работающего электрического оборудования или установок. **Для данного измерения используется тестер изоляции, также называемый мегомметром** (доступны мегомметры с диапазоном до 999 ГОм).

Причины неисправности изоляция

Поскольку измерение сопротивления изоляции с помощью мегомметра является частью более широкой политики профилактического обслуживания, важно понимать, по каким причинам возможно ухудшение характеристик изоляции. Только это позволит предпринять правильные шаги для их устранения.

1. Электрические нагрузки
2. Механические нагрузки
3. Химические воздействия
4. Напряжения, связанные с колебаниями температуры:
5. Загрязнение окружающей среды

Принцип измерения сопротивления изоляции и влияющие на него факторы



Измерение сопротивления изоляции базируется на законе Ома. Подав известное напряжение постоянного тока с уровнем ниже, чем напряжение испытания электрической прочности, а затем измерив значение тока, очень просто замерить значение сопротивления. В принципе, значение сопротивления изоляции очень велико, но не бесконечно, поэтому измеряя малый протекающий ток, мегомметр указывает значение сопротивления изоляции в кОм, МОм, ГОм и даже в ТОм (на некоторых моделях). Это сопротивление характеризует качество изоляции между двумя проводниками и способно указать на риск возникновения тока утечки.

Влияние температуры

Температура вызывает квазиэкспоненциальное изменение значения сопротивления изоляции. В контексте программы профилактического технического обслуживания измерения должны выполняться в одинаковых температурных условиях или, если это невозможно, должны корректироваться относительно эталонной температуры. Например, увеличение температуры на 10°C уменьшает сопротивление изоляции ориентировочно наполовину, в то время как уменьшение температуры на 10°C удваивает значение сопротивления изоляции.

Уровень влажности влияет на изоляцию в соответствии со степенью загрязнения ее поверхности. Никогда не следует измерять сопротивление изоляции, если температура ниже точки росы.

Кратковременное или точечное измерение

Это наиболее простой метод. Он подразумевает подачу испытательного напряжения на короткое время (30 или 60 секунд) и фиксацию значения сопротивления изоляции на этот момент. Как уже указывалось выше, на такое прямое измерение сопротивления изоляции значительное влияние оказывает температура и влажность, поэтому измерение следует стандартизировать при контрольной температуре и для сравнения с предыдущими измерениями следует фиксировать уровень влажности. С помощью данного метода можно проанализировать качество изоляции, сравнивая текущее измеренное значение с результатами нескольких предыдущих тестов. Со временем это позволит получить более достоверную информацию о характеристиках изоляции тестируемой установки или оборудования по сравнению с одиночным испытанием.

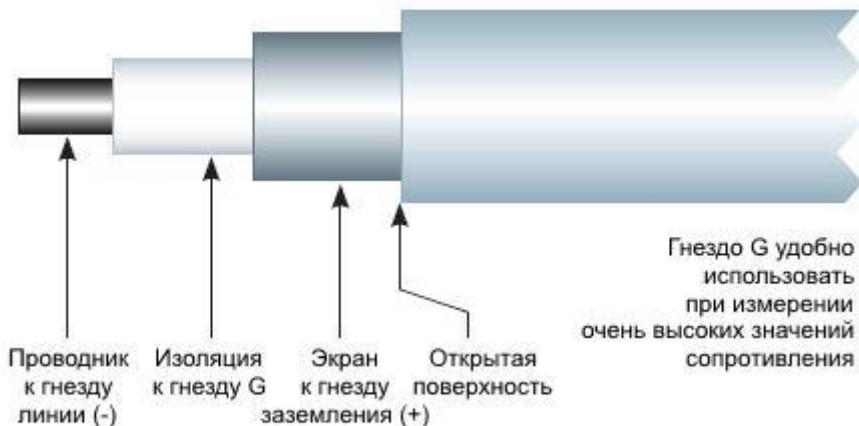
Кроме этого используются методы тестирования, основанные на влиянии времени приложения испытательного напряжения – измерение **PI** (показателя поляризации) и **DAR** (коэффициента диэлектрической абсорбции), тест рассеивания в диэлектрике (**DD**) а также тестирование с помощью ступенчатого напряжения.

Измерения изоляции с высоким сопротивлением с применением третьего гнезда G (Guard).



При измерении значений сопротивления изоляции (выше 1 ГОм) на точность измерений могут повлиять токи утечки, протекающие по поверхности изоляционного материала через имеющиеся на ней влагу и загрязнения. Значение сопротивления больше не является высоким, и поэтому пренебрежимо малым по сравнению с сопротивлением оцениваемой изоляции. Для устранения снижающей точность измерения изоляции поверхностной утечки тока на некоторых мегомметрах имеется третье гнездо с обозначением G (Guard). Это гнездо шунтирует измерительную

цепь и повторно вводит поверхностный ток в одну из точек тестирования, минуя цепь измерения (смотрите рисунок ниже).



Гнездо G необходимо соединить с поверхностью, по которой протекают поверхностные токи, и которая не относится к таким изоляторам, как изоляционные материалы кабелей или трансформаторов. Знание возможных путей протекания испытательных токов через тестируемый элемент имеет решающее значение для выбора места соединения с гнездом G.

Часто задаваемые вопросы

Результат моих измерений – х МОм. Это нормально?

Какое должно быть сопротивление изоляции - на этот вопрос нет единого ответа. Точный ответ на него могут дать производитель оборудования или соответствующие стандарты. Для низковольтных установок минимальным значением можно считать значение 1 МОм. Для установок или оборудования с более высоким рабочим напряжением можно использовать правило,

определяющее минимальное значение 1 МОм на кВ, в то время как рекомендации IEEE, касающиеся вращающихся машин, определяют минимальное сопротивление изоляции $(n + 1)$ МОм, где n – рабочее напряжение в кВ.

Какие измерительные провода следует использовать для подключения мегомметра к тестируемой установке?

Используемые на мегомметрах провода должны иметь спецификации, подходящие для выполняемых измерений с точки зрения используемых напряжений или качества изоляционных материалов. Использование несоответствующих измерительных проводов может привести к ошибкам измерения или даже оказаться опасным.

Какие меры предосторожности следует принимать при измерении высокого сопротивления изоляции?

При измерении высоких значений сопротивления изоляции в дополнение к указанным выше правилам безопасности необходимо соблюдать следующие меры предосторожности.

- Используйте специальное гнездо G (Guard) (описывается в специальном разделе выше).
- Используйте чистые, сухие провода.
- Прокладывайте провода на расстоянии друг от друга и без контакта с любыми объектами или с полом. Это позволит ограничить возможность возникновения токов утечки в самой измерительной линии.
- Не касайтесь проводов и не перемещайте их во время измерения, чтобы избежать возникновения вызывающих помехи емкостных эффектов.
- Для стабилизации измерения выждите необходимое время.

Почему два последовательных измерения не всегда дают одинаковый результат?

Применение высокого напряжения создает электрическое поле, которое поляризует изоляционные материалы. Важно понимать, что для возвращения изоляционных материалов после завершения тестирования в состояние, в котором они находились до испытания, потребуется значительное время. В некоторых случаях на это может потребоваться больше времени, чем указанное выше время разрядки.

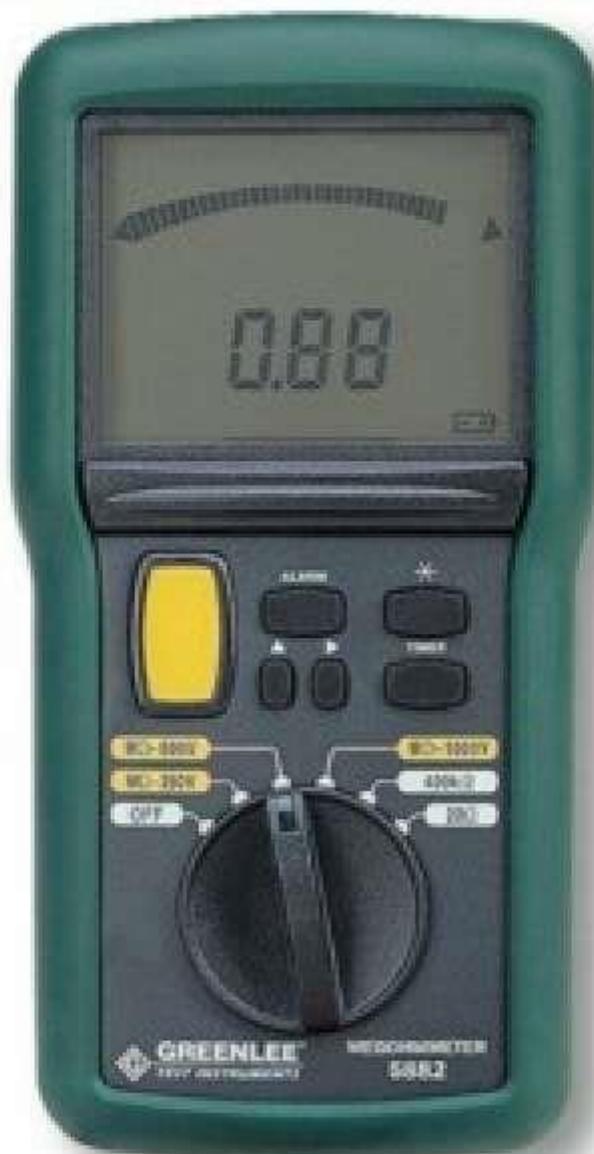
Как протестировать изоляцию, если я не могу отключить установку?

Если невозможно отключить питание тестируемой установки или оборудования, мегомметр использовать нельзя. В некоторых случаях можно провести тестирование без снятия напряжения, используя для измерения тока утечки специальные клещи, но этот метод гораздо менее точен.

Как выбрать измеритель сопротивления изоляции (мегомметр)?

При выборе измерителя сопротивления изоляции необходимо задать следующие ключевые вопросы:

- Какое максимальное испытательное напряжение необходимо?
- Какие методы измерения будут использоваться (точные измерения, PI, DAR, DD, ступенчатое изменение напряжения)?
- Какое максимальное значение сопротивления изоляции будет измеряться?
- Как будет подаваться питание на мегомметр?
- Каковы возможности хранения результатов измерений?



Мегаомметр (измеритель сопротивления)

Мегаомметр. Как измерить сопротивление изоляции мегаомметром 8м8с

<https://www.youtube.com/watch?v=Lr4b3VVoJSQ>

В видеоуроке рассказывается о разных моделях мегаомметров. Принцип работы мегаомметра и как правильно с ним работать, измерять изоляцию.

Измерение сопротивления изоляции кабеля мегаомметром Е6-24 4м20с

<https://www.youtube.com/watch?v=xVCRrb4BEk>

При помощи прибора мегаомметр Е6-24, производителя "Радио-Сервис", будет проведено измерение сопротивления изоляции кабельной линии АВВГ 3х2.5.

Измерения сопротивления изоляции кабелей 5м46с

<https://www.youtube.com/watch?v=Se3u79ulgbs>