

Министерство образования, науки и культуры Кыргызской Республики

Кыргызский технический университет им. И.Раззакова

Кафедра «Техносферная безопасность»

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

Методические указания к лабораторной работе
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов всех форм обучения
и всех специальностей

Бишкек 2018

Составил: **Жапакова Б.С.**

УДК 621.316.9:523.036.33

Измерение сопротивления изоляции: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех форм обучения и всех специальностей\ Кыргыз. техн. ун-т. Сост. Жапакова Б.С.

. Бишкек, 2018.

Библиогр.: 7 назв.

Приведена методика измерения сопротивления электрической изоляции в электроустановках с использованием мегаомметра, его нормирования и оценки пригодности для обеспечения электробезопасности.

Предназначено для студентов всех форм обучения и специальностей.

Рецензент: **Жапакова Б.С.**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с нормированием сопротивления электрической изоляции электроустановок напряжением до и свыше 1 кВ, нормально находящихся под напряжением;

ознакомиться с методами контроля сопротивления электрической изоляции в электроустановках напряжением до 1 кВ;

ознакомиться со схемой мегаомметра, измерить сопротивление электрической изоляции электропроводов и кабелей, установленных на стенде и сделать заключение об их пригодности к эксплуатации.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Основным требованием электробезопасности является наличие электрической изоляции всех частей электроустановок, нормально находящихся под напряжением и доступных для прикосновения человека. Для предотвращения электротравм необходимо, чтобы разность потенциалов в точках контакта тела человека с поверхностью электрической изоляции вызывала ток через тело человека менее, чем пороговый неощутимый ток. Величина последнего составляет для переменного тока промышленной частоты 0,3 мА, для постоянного тока 1 мА. При малых напряжениях \менее 42 В\ сопротивление тела человека оценивается величиной 6 кОм. Исходя из этого напряжение прикосновения нормируют \1\ величиной 2 В для переменного тока и 8 В для постоянного. Напряжением прикосновения называют разность потенциалов в двух точках цепи тока, к которым одновременно прикасается человек.

Такое напряжение прикосновения может быть обеспечено, если падение напряжения на сопротивлении изоляции, включенном по току последовательно с телом человека, будет равно разности рабочего напряжения электроустановки и нормированного напряжения прикосновения. Это возможно при величине сопротивления изоляции не менее 360 кОм. Поэтому сопротивление изоляции нормируют \2\ величиной 0,5 мОм.

Поскольку сопротивление изоляции уменьшает напряжение прикосновения и ограничивает ток через тело человека, то оно является важным косвенным параметром состояния электроустановок по безопасности. В правилах устройства электроустановок \2\ вводится запрет использования тех электроустановок, где измеренное сопротивление изоляции менее нормы \0,5 мОм\ . Такие электроустановки должны быть недействующими. Согласно \2\ действующей электроустановкой называют такую, которая находится под напряжением или напряжение может быть подано в любой момент без предупреждения.

В электроустановках напряжением до 1 кВ сопротивление изоляции измеряют мегаомметрами. Поскольку сопротивление изоляции зависит от напряжения и уменьшается с его ростом \3\, то для обеспечения безопасности

сопротивление изоляции необходимо измерять при напряжении не ниже, чем двукратное рабочее. В электроустановках напряжением выше 1 кВ электрическую изоляцию испытывают на возможность пробоя повышенным напряжением. Сопротивление изоляции при этом оценивают по току утечки, измеренному при испытаниях.

В электроустановках напряжением ниже 1 кВ сопротивление изоляции необходимо измерять после монтажа, ремонта, длительного простоя и периодически в зависимости от условий эксплуатации, но не реже 1-2 раза в год. Изменение сопротивления изоляции характеризует условия эксплуатации электроустановки и дает основания для планового ремонта или замены.

При эксплуатации электроустановок и электрооборудования состояние электрической изоляции ухудшается. Изменяется структура диэлектриков, ухудшаются механические характеристики \прочность, пластичность, хрупкость, расслоение\, возрастает удельная объемная и поверхностная проводимость и тангенс диэлектрических потерь. Эти изменения оцениваются понятием «старение» электрической изоляции \3\.

Основные причины последнего следующие:

а) повышенная температура изоляции от нагревания проходящим током и токами коротких замыканий;

б) механические повреждения при некачественном монтаже или ремонте, наличие деформации при силовых воздействиях металлических токоведущих частей, наличие вибрации;

в) нагрев изоляции от посторонних источников тепла или от солнечного излучения;

г) наличие агрессивных паров или газов, воздействующих химически на диэлектрики ;

д) повышенная влажность воздуха \относительная влажность более 70 %\ или особая сырость \снег, дождь, опрыскивание водой, водяные пленки и капли на изоляции\, приводящие к деструкции диэлектриков;

е) чрезмерная сухость воздуха \относительная влажность менее 30 %\, вызывающая расслаивание диэлектриков.

Уменьшение сопротивления электрической изоляции с течением времени в электроустановках увеличивает вероятность пожаров за счет возможного воспламенения диэлектриков при нагреве, вызванном повышенными токами утечки. Последние также приводят к повышенным потерям электроэнергии в электросетях и системах.

При снижении сопротивления изоляции возрастает вероятность электрического пробоя и последующих коротких замыканий. Это приводит к возрастанию опасности поражения электрическим током и к перерывам в электроснабжении.

Мегаомметры, применяемые для измерения сопротивления изоляции выпускаются на номинальные напряжения 100, 250, 500, 1000 и 2500 В. Рабочее напряжение мегаомметра указывается на шкале прибора. Выбор напряжения

мегаомметра обусловлен требованием измерения сопротивления при напряжении не ниже, чем двукратное рабочее напряжение электроустановки. Выбирать напряжение мегаомметра больше названного не рекомендуется из-за возможности пробоя изоляции. Пределы измерения мегаомметров с вышеназванными рабочими напряжениями соответственно равны 100, 250, 500, 1000 и 2500 МОм.

Мегаомметр состоит из генератора постоянного тока с редуктором и ручкой ручного привода, измерительного стрелочного прибора, включенного последовательно с генератором, конденсаторного фильтра для сглаживания пульсаций тока и добавочных резисторов. К выходным клеммам, обозначенным надписями «земля» и «линия», испытываемая часть электроустановки, подключается двумя измерительными проводами. Если сопротивление изоляции измеряется между токоведущей частью и землей, то клемма «земля» обязательно присоединяется к заземленным металлическим поверхностям. Если сопротивление изоляции измеряется между токоведущими частями электроустановки, то подключение измерительного провода клеммы «земля» к этим частям не играет роли. Мегаомметр имеет переключатель пределов измерения, соответствующий двум шкалам: высокому значению сопротивления изоляции в мегаоммах и низкому значению, измеряемому в килоомах. Эти шкалы и соответствующие им положения переключателя обозначены символами «МОм» и «кОм». Шкала высокого сопротивления имеет нулевую отметку справа, что соответствует максимальному току через измерительную рамку стрелочного прибора и максимальному отклонению стрелки вправо. При малом токе, протекающем через высокое сопротивление изоляции, отклонение стрелки измерительного прибора мало и соответствует большому значению сопротивления изоляции в МОм. При нулевом значении измерительного тока и крайнем левом положении стрелки прибора точка шкалы обозначается символом ∞ .

При измерениях ручку привода генератора на мегаомметре освобождают от фиксации. После подключения измерительных проводов ее вращают равномерно со скоростью около 120 об/мин (2 об/с) в течение 1 минуты. Если в течение этого времени показания стрелочного прибора стабильные, то проводят отсчет значения сопротивления. Если в течение первой минуты вращения рукоятки мегаомметра стрелка измерительного прибора резко отбрасывается к нулю шкалы, то это соответствует локальному пробоя изоляции при подаче двукратного измерительного напряжения. Часто такие ситуации встречаются при повышенной влажности воздуха (относительная влажность более 70 %), когда возможна локальная конденсация водяного пара из воздуха и образование водяных пленок на поверхности изоляции. Резкие броски стрелки мегаомметра соответствуют локальным пробоям по поверхности этих пленок. Такие электроустановки требуют очистки и высушивания. Аналогичная ситуация возникает при наличии в воздухе электропроводящей пыли (металлической, угольной), которая может оседать на поверхности изоляции и создавать

электропроводящие слои.

Если при измерениях сопротивления изоляции показания мегаомметра стабильные и равны не менее 0,5 МОм, то изоляция считается выдержавшей испытания и удовлетворительной. Однако окончательным критерием для суждения о состоянии изоляции служит сравнение величины измеренного сопротивления с первоначальным значением, полученным перед вводом электроустановки в эксплуатацию. Сопротивление считается недостаточным, если меньше первоначальной величины на 30 % и более. Такая электроустановка подлежит ремонту. Если уменьшение сопротивления изоляции в течение времени менее 30 %, то состояние изоляции считается хорошим. Понятие «отличная изоляция» применяется тогда, когда разновременные измеренные значения сопротивления отличаются между собой в пределах погрешности мегаомметра, но не более + 5 %.

При измерениях сопротивления изоляции мегаомметром должны быть соблюдены условия безопасности людей и надежности получаемых данных. Условия безопасности заключаются в выходе людей из всех зон и помещений, где находятся части испытуемой электроустановки, ограждении зоны измерений и вывешивании предупредительных и запрещающих плакатов. Такие мероприятия устраняют возможность случайного прикосновения людей к электроустановке, которая при испытаниях подвергается воздействию двукратного рабочего напряжения. При испытаниях малогабаритных электроустановок и при отсутствии в зоне измерений несовершеннолетних лиц (с возрастом менее 18 лет) достаточными мерами безопасности является проведение текущего инструктажа с предупреждением присутствующих лиц об опасности.

Для получения надежных результатов измерений электроустановка должна быть подготовлена к проведению испытаний. С этой целью отключаются все токоприемники и электронные устройства, подключенные к данному электрическому присоединению. Последние могут быть пробиты повышенным испытательным напряжением. В осветительных сетях вывинчиваются все лампы. Обязательно отключаются высокоомные токопотребители, которые могут исказить результаты измерений. Перед проведением измерений с данного электрического присоединения снимается питающее напряжение со всех сторон. Особенно следует проверить отключение трансформаторов, через которые с низкой стороны могут подаваться напряжения на испытуемое электрическое присоединение.

При наличии напряжения на испытуемом электрическом присоединении мегаомметр дает сильно искаженные показания. За счет внешнего напряжения в цепи генератора и измерительного прибора мегаомметра возникает ток, отклоняющий стрелку прибора вправо, т.е. к нулю на шкале высокого сопротивления в МОм. Поэтому при отсутствии вращения рукоятки мегаомметра стрелка показывает «нуль», а при вращении рукоятки – сильно уменьшенные значения сопротивления.

Сопротивление изоляции в различных видах электроустановок нормируется согласно \2, 4, 5, 6\ . Согласно Правилам устройства электроустановок \2\ сопротивление изоляции электрических сетей напряжением до 1 кВ на участках между двумя смежными предохранителями или за последними предохранителями, измеренное между любым проводом и заземленными металлическими частями, а также между двумя любыми проводами, должно быть не менее 0,5 МОм. Для электрооборудования повышенной и особой опасности сопротивление изоляции должно быть выше и составлять не менее:

- для цепей релейной защиты постоянного тока и любых измерительных устройств на постоянном токе – 10 МОм;
- для цепей релейной защиты переменного тока и измерительных устройств на переменном токе – 6 МОм;
- для цепей управления электроприводом – 1 МОм;
- для вторичных обмоток измерительных трансформаторов – 2 МОм.

Для бытовой радиоэлектронной аппаратуры согласно \4\ в основном должно применяться безопасное напряжение (менее 42 В на переменном и 110 В на постоянном токе). Для такой аппаратуры сопротивление изоляции при относительной влажности воздуха до 95 % и температуры его до 30 °С должно быть не менее 2 МОм при напряжении 500 В постоянного тока. Следует выдерживать переменное напряжение не менее 500 В_{эфф} в течение 1 минуты. Для аппаратуры, использующей опасные напряжения (более 42 В переменного тока и 110 В постоянного), изоляция должна выдерживать в течение 1 минуты двойное рабочее напряжение плюс 1500 В_{эфф} (но не менее 2000 В_{эфф}) на переменном токе частотой 50 Гц.

Для электротехнических изделий и производственного оборудования на токоведущих частях должна применяться \5, 6\ рабочая, дополнительная, двойная и усиленная изоляция и безопасное напряжение. Сопротивление изоляции устанавливается величиной не менее 2 МОм.

По способу защиты людей от поражения электрическим током для электротехнических изделий установлено 5 классов защиты: 0; 01; 1; II и III. К классу 0 относятся изделия, имеющие по крайней мере рабочую изоляцию и не имеющие элементов для заземления, если эти изделия не отнесены к классам II и III.

К классу 01 относятся изделия, имеющие рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей жилы для присоединения к источнику питания.

К классу 1 относятся изделия, имеющие рабочую изоляцию, элемент для заземления, заземляющую жилу в проводе для подключения к источнику питания и вилку с заземляющим контактом.

К классу II относятся изделия, имеющие двойную или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления.

К классу III относятся изделия, не имеющие электрических цепей с

напряжением более 42 В переменного тока или 110 В постоянного тока, имеющие рабочую изоляцию, а также не имеющие элементов для заземления. Если для питания в таких изделиях используется трансформатор или преобразователь, то его входные и выходные обмотки не должны иметь гальванической связи, а между ними должна быть двойная или усиленная изоляция.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Подключить мегаомметр к проводам, кабелям и электроприборам, установленным на стенде по схемам, приведенным там же.

2. Провести измерения сопротивления изоляции для указанных преподавателем проводов и кабелей.

3. Для электроприборов, установленных на стенде, провести измерения мегаомметрами на рабочие напряжения 500 и 1000 В.

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Результаты измерений свести в следующую форму

№	Марка провода кабеля или электроприбора	Величина сопротивления изоляции, МОм	Нормированное сопротивление изоляции, МОм	Заключение о результатах измерений
1.				
2.				
3.				

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет о выполненной работе должен содержать:

- название и цель работы;
- краткие теоретические сведения о роли сопротивления изоляции;
- методику измерения сопротивления изоляции;
- форму результатов измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда: Электробезопасность: Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. М.: 1982.
2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). М.: Энергоиздат, 1986. 728 с.
3. Справочник по электротехническим материалам. Т.1, 2.\ Под ред. Ю.В.Корицкого и др. Изд. 2-е. М.: Энергия, 1974. 616 с.
4. ГОСТ 12.2.006-85. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Требования безопасности. Методы испытаний. М.: 1985.

5. ГОСТ 12.2.007.0-85. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. М.: 1985.
6. ГОСТ 12.2.003-84. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. М.: 1984.
7. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. М.: Энергоатомиздат, 1984. 448 с.