

УДК 621.31

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ.

Грибков Д. А.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ковровская государственная технологическая академия имени В. А. Дегтярёва»
Ковров, Россия*

При работе электроустановок периодически возникают неисправности связанные как с электрооборудованием, так и с линиями питания. Изоляция со временем теряет свои параметры, трескается или повреждается другим способом. В результате этого происходит утечка тока либо на экран, либо на другую жилу. Почти каждый современный мультиметр может производить измерение сопротивления, а многие модели профессионального класса – в том числе и в мегаомном диапазоне. Однако ввиду того, что приборы такого типа не имеют высоковольтного источника тестового напряжения, они пригодны только для контроля параметров резисторов и других электронных компонентов. В отличие от таких тестеров цифровой мегаомметр в качестве источника напряжения использует повышающую схему с накопительным конденсатором и запитывается от батарей или встроенного сетевого преобразователя.

Актуальность: Практически в течение 20 лет модернизация оборудования не прекращалась, до сих пор мы сталкиваемся с проблемой, когда изоляция проводников требует проверки. Любое нарушение изоляции может вести за собой серьезные последствия. Это делает актуальным выполнение контроля сопротивления изоляции.

Цель работы: подробное рассмотрение процесса измерения сопротивления мегаомметром и их разнообразие на рынке и стоимость.

Ключевые слова: мегаомметр, электрические измерения, изоляция, сопротивление, высокое напряжение.

DEVICE FOR MEASURING THE INSULATION RESISTANCE.

Gribkov D. A.

*Kovrov State Technological Academy
Kovrov, Russia*

During the work of electrical installations periodically there are malfunctions associated with both electrical equipment and power lines. The insulation loses its parameters over time, it cracks or is damaged in another way. As a result, a leakage of current occurs either on the screen or on another conductor. Almost every modern multimeter can measure resistance, and many models of the professional class - including in the mega-ohm range. However, since devices of this type do not have a high-voltage test voltage source, they are only suitable for monitoring the parameters of resistors and other electronic components. Unlike such testers, the digital megohmmeter uses a boosting circuit with a storage capacitor and is powered by batteries or an integrated network converter as a voltage source.

Actuality: For almost 20 years, equipment modernization has not stopped, we still face a problem when the insulation of conductors requires verification. Any violation of isolation can lead to serious consequences. This makes it relevant to perform insulation resistance monitoring.

Objective: a detailed review of the process of measuring the resistance of the megohm meter and their diversity in the market and cost.

Key words: megohmmeter, electrical measurements, insulation, resistance, high voltage.

Мегаомметр используется для измерения высокого сопротивления изолирующих материалов (диэлектриков) проводов и кабелей, разъёмов, трансформаторов, обмоток электрических машин и других устройств, а также для измерения поверхностных и объёмных сопротивлений изоляционных материалов. По этим значениям вычисляют коэффициенты абсорбции (увлажнённости) и поляризации (старения изоляции). Отличается от омметра тем, что измерение сопротивления производится на высоких напряжениях, которые прибор сам и генерирует (обычно 100, 500, 1000 или 2500 вольт) [4].

Сопротивление изоляции характеризует её состояние в данный момент времени и не является устойчивым, так как зависит от целого ряда факторов, основными из которых

являются температура и влажность изоляции в момент проведения измерения. Измерение сопротивления изоляции обмоток преследует цель установить возможность проведения её испытаний высоким напряжением без повышенного риска повреждения хорошей, но имеющей большую влажность изоляции. Основными характеристиками, определяющим область применения любого мегомметра, является измерительный диапазон и величина создаваемого тестового напряжения. Если обычные модели обеспечивают только один фиксированный уровень напряжения, то мегомметры с батарейным питанием способны генерировать тестовое напряжение разных номиналов. Такие измерители сопротивления могут использоваться для проверки электрооборудования разного типа.

Степень увлажнения изоляции определяется не только по показаниям прибора в момент отсчета, но и характером изменения показания мегаомметра в процессе измерения, которое проводят в течение 1 мин. Запись показаний прибора делают через 15 с (обычное время установления показаний) после начала измерения (R15») и в конце измерения — через 60 с после начала (R60»). Отношение этих показаний $KA = R60»/R15»$ называют коэффициентом абсорбции. Этот коэффициент определяется отношением тока поляризации к току утечки через диэлектрик — изоляцию обмотки. При влажной изоляции коэффициент абсорбции близок к 1. При сухой изоляции R60 на 30-50 % больше, чем R15.

Мегаомметром измеряется также сопротивление изоляции термопреобразователей, заложенных в машины, и проводов, соединяющих термопреобразователи с доской выводов. Сопротивление этой изоляции измеряется по отношению к корпусу и к обмоткам машины. Она не рассчитана на работу при высоких напряжениях, поэтому измерение её сопротивления должно проводиться прибором с номинальным напряжением не выше 250 В.

Таким образом, сопротивление изоляции разных обмоток одной и той же электрической машины, имеющих разное номинальное напряжение, например обмоток статора и ротора синхронного двигателя, нужно измерять разными мегаомметрами с различными номинальными напряжениями.

Основными характеристиками, определяющим область применения любого мегомметра, является измерительный диапазон и величина создаваемого тестового напряжения. Если простейшие модели обеспечивают только один фиксированный уровень напряжения, то мегомметры с батарейным питанием способны генерировать тестовое напряжение разных номиналов. Такие измерители сопротивления могут использоваться для проверки электрооборудования разного типа. Так, например, вторичные цепи питающих сетей должны испытываться напряжением 1,0 – 2,5 кВ, а оборудование с рабочим напряжением менее 60В проверяется мегаомметрами с величиной тестового напряжения до 500 В.

По типу измерительной схемы и используемых устройств индикации различают аналоговые и цифровые мегаомметры. Аналоговые приборы дешевле, однако, цифровые обеспечивают большую точность работы. Более дорогие и функциональные модели могут работать в режиме допускового контроля, самостоятельно сопоставлять полученный при измерениях результат с заданным оператором значением.

Подтипом электронных мегомметров является тестер изоляции. Данный измеритель выполняет испытание изоляции полностью в автоматическом режиме под управлением встроенного процессорного блока. Мегаомметры профессионального класса могут, как правило, не только измерять сопротивление изоляции, но и определять коэффициенты адсорбции и поляризации, а также производить проверку электрооборудования повышенным напряжением, ступенчато нарастающим до заданного уровня или пробоя изоляции.

Поскольку во время работы прибор выдаёт высокое напряжение, опасное для человека-от 500 до 2500 вольт. Поэтому к использованию прибором необходимо подходить с особой осторожностью. В промышленном производстве с ним допускаются лица с наличием группы электробезопасности не менее третьей. Перед проведением замеров, проверяемые цепи следует обесточить. Если замеры планируются производить в квартире, то следует отключить автоматы в распределительном щите, затем выключить в квартире все подключенные устройства.

Если проверяются группы розеток, то следует вынуть из них все вставленные вилки устройств. При проверке цепей освещения, необходимо выкрутить лампочки, так как они не рассчитаны на высокое напряжение, и могут сгореть. При тестировании изоляции электродвигателей, их так же следует отключить от сети. Далее, проверяемые цепи следует заземлить. Для этого к шине заземления присоединяется многожильный провод в изоляции сечением более 1.5 мм², что является переносным заземлением.

Даже если использовать мегаомметр в бытовых условиях, перед работой следует изучить требования по безопасным приемам работ.

Существует несколько основных правил:

- Щупы следует держать только за изолированные ручки, ограниченные упорами.
- Перед тем, как подключить щупы к измеряемой цепи, следует убедиться в том, что на приборе отключена подача напряжения, и что вблизи измеряемой линии нет людей, которые могли бы случайно попасть по напряжению.
- Следующим шагом является снятие остаточного напряжения, путем касания переносного заземления к измеряемой цепи. Заземление отключается только после установки щупов.

- После каждого замера необходимо со щупов снимать остаточное напряжение, соединяя щупы между собой.
- После проведения замера к тестируемому проводнику следует подключить заземление для снятия остаточного заряда [1].
- Все работы необходимо производить в резиновых перчатках.

Эти несложные правила необходимо выполнять, так как от этого зависит безопасность людей.

На корпусе прибора имеется три гнезда (рис. 1). Они обозначены символами «Э», «Л» и «З», что означает соответственно – экран, линия и земля. В комплекте мегаомметра находится три щупа. На одном из них на одной стороне подключены два наконечника. Этот щуп применяется, когда нужно исключить ток утечки, и подключается к экранированной оболочке кабеля, если она имеется. Остальные щупы вставляются в гнезда, соответствующие маркировке щупов с такими же буквами [2].

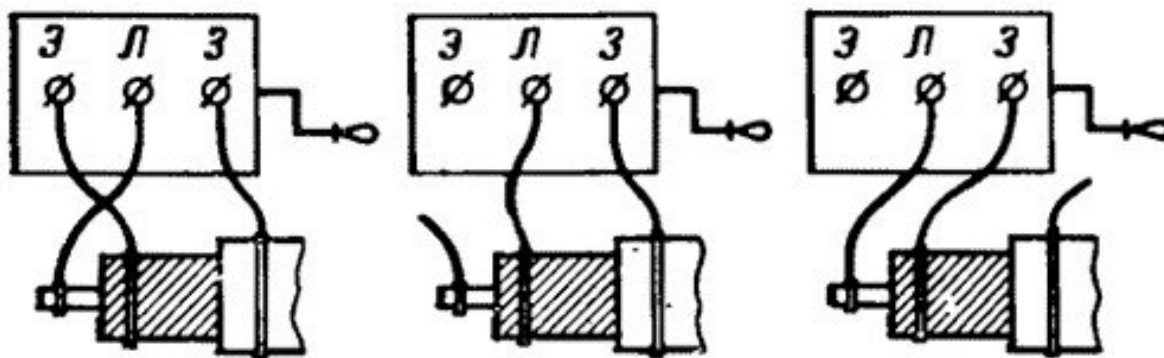


Рис.1 Схема подсоединения к жиле [3].

На всех щупах имеются упоры. При измерениях следует брать за щупы до упоров чтобы случайно не коснуться пальцами за токоведущие части. Если необходимо измерить только сопротивление изоляции, не учитывая экран, то подключается два одинарных щупа. Из них один вставляется в выход «З», а второй – в выход «Л». Вторые стороны щупов нужно подключать «крокодилами» [3]:

- К проверяемым проводам, при необходимости теста на пробой между жилами.
- К заземлению и токоведущей жиле, если нужно протестировать «пробой на землю».

Обычно делается проверка на пробой изоляции, и величину ее сопротивления, а проверка экранирование выполняется редко, так как кабели с экраном в квартирах почти не используются. При пользовании прибором основным правилом является снятие остаточного заряда, а также соблюдение аккуратности, так как есть опасность попасть под высокое напряжение.

Наиболее частой проверкой является измерение сопротивления изоляции проводов или кабеля. При тестировании изоляции 1-жильного кабеля, один щуп подсоединяем к жиле,

а другой на экранирующую оболочку, и подаем напряжение. Если экрана нет, то второй щуп нужно подсоединить к «земле», и подаем напряжение. Если результат замеров не менее 500 кОм, то изоляция исправна, если сопротивление менее 500кОм, то такой проводник использовать нельзя, так как изоляция повреждена.

При проверке кабеля с несколькими жилами, тестирование осуществляется отдельно для каждой жилы. В это время остальные жилы соединяются в один жгут. Если необходима проверка пробоя на «землю», то в этот жгут добавляется провод заземления. Если имеется броня или экранирующее покрытие, то они также присоединяются к этому жгуту. В этом общем жгуте важно обеспечить качество контакта проводников.

Аналогично выполняется измерение изоляции розеток. Перед проверкой из них отключают все устройства, а также питание в распределительном щите. Один щуп подключают на заземление, а другой на одну фазу. Контрольное напряжение на приборе выставляем на 1000 В, и производим проверку. Если сопротивление более 500 кОм, то изоляция исправна. Также проверяем все остальные жилы.

Проверка изоляции электродвигателя (рис. 2).

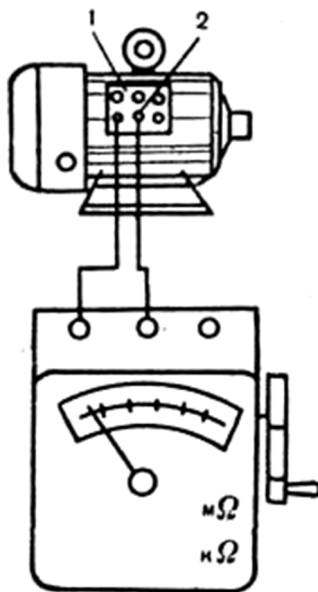


Рис.2 Схема измерения сопротивления изоляции [5]:
1) клеммный щиток; 2) выводы катушки.

Порядок действий при проведении проверки изоляции электродвигателя:

- Перед измерением двигатель необходимо обесточить.
- Открыть крышку двигателя с выводами обмоток.
- Установить напряжение для теста 500 вольт для двигателей, эксплуатирующихся под напряжением до 1000 вольт.




- Один щуп подключить на корпус мотора, другой по очереди ко всем выводам. Также проверяется исправность соединения обмоток друг с другом, подсоединяя щупы парами на разные обмотки.

Для периодических проверок однотипных объектов, например, внутренней проводки в зданиях, вполне достаточно недорогого однодиапазонного аналогового мегомметра (табл.). Но для регулярных испытаний электрооборудования разного типа – силовых агрегатов и электронных систем – следует выбрать электронный мегаомметр с несколькими уровнями тестового напряжения (соответствующими условиям испытаний для объектов такого типа). При больших объемах испытаний использование автоматических тестеров изоляции позволит вам минимизировать физические затраты и сократить время, затрачиваемое на выполнение таких работ.

Если мегаомметр приобретается для работы в полевых условиях – например, вы планируете с его помощью проверять прочность изоляции контактной сети электротранспорта - то следует остановить выбор на моделях с герметичным корпусом в противоударном исполнении.

Таблица

Сравнительная таблица стоимости мегаомметров на 2018г:

Наименование прибора	Внешний вид [6]	Стоимость, руб.
1	2	3
М57Д — индикатор сопротивления (Россия)		4 484
MS5202 — цифровой мегаомметр (Тайвань)		9 912
.Е6-24 — мегаомметр (Россия)		24 400

1	2	3
MIC-5005 — измеритель параметров электроизоляции (Польша)		123 300
KEW 3128 — измеритель сопротивления изоляции (Япония)		503 742

Вывод

Исходя из таблиц с характеристиками устройств и их стоимости, следует отметить, что в сравнении с другими устройствами, выгоднее всего для измерения сопротивления изоляции кабелей использовать прибор Е6-24, так как его характеристики в совокупности со стоимостью, наиболее оптимальны.

В данный момент мегаомметры являются современным средством для проведения профилактических испытаний, которое будет использоваться на протяжении долгого времени как надежный и относительно простой метод проверки состояния изоляции.

Библиографический список

1. Измерение сопротивления изоляции мегаомметром // Asutpp . URL: <https://www.asutpp.ru/izmerenie-soprotivleniya-izolyatsii-megaommetrom.html> (дата обращения: 18.11.2018 г.)
2. Как пользоваться мегаомметром // Electric Info. URL: <http://elektrik.info/main/school/1031-kak-polzovatsya-megaommetrom.html> (дата обращения: 18.11.2018 г.)
3. Мегаомметр. Виды и устройство. Работа и применение // Электросам. URL: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/megaommetr.html> (дата обращения: 18.11.2018 г.)
4. Мегаомметр ЭС0202 / 2-Г (ЭСо 202 2г) с поверкой 2018 года // Мегаомметры от завода. URL: <https://megaommetr.com/megaommetr-es0202-2g.html> (дата обращения: 18.11.2018 г.)

5. Схема измерения сопротивления изоляции // Полезности URL
<http://ttweight.appspot.com/shema-izmereniya-soprotivleniya-izolyacii.html> (дата обращения:
20.11.2018 г.)

6. Измерители сопротивления электроизоляции // Электроприбор URL
<https://www.electronpribor.ru/catalog/izmeriteli-soprotivleniya-elektroizolyatsii-megaommetry-megommetry.html> (дата обращения: 20.11.2018 г.)