

5.1. СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ EN 61557-2

Соответствующее сопротивление изоляции между токопроводящими частями и открытыми проводящими частями – это основной параметр безопасности, который защищает от прямого или косвенного прикосновения человеческого тела к напряжению сети. Также важно сопротивление изоляции между токопроводящими частями, которое предохраняет от токов коротких замыканий или токов утечки.

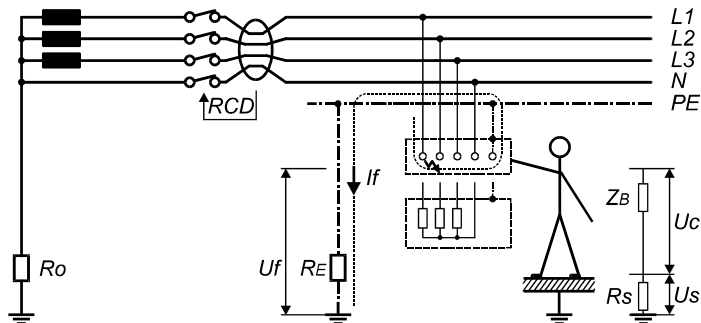


Рис.8. Пример плохой изоляции в соединительной коробке для постоянных присоединений нагрузки и результирующего напряжения повреждения U_f

I_fток повреждения

U_c напряжение прикосновения

U_sнапряжение на сопротивлении пола / обуви

Z_b импеданс человеческого тела

R_s сопротивление пола и обуви

R_e сопротивление заземления открытых проводящих частей

U_f напряжение повреждения

$$U_f = U_c + U_s = I_f \times R_e$$

На вышеприведенном рисунке представлена соединительная коробка с плохой изоляцией между фазным проводником и металлическим корпусом. В такой ситуации существует ток повреждения I_f , текущий по защитному проводнику через сопротивление заземления к земле. Напряжение на сопротивлении заземления R_e называется напряжением повреждения.

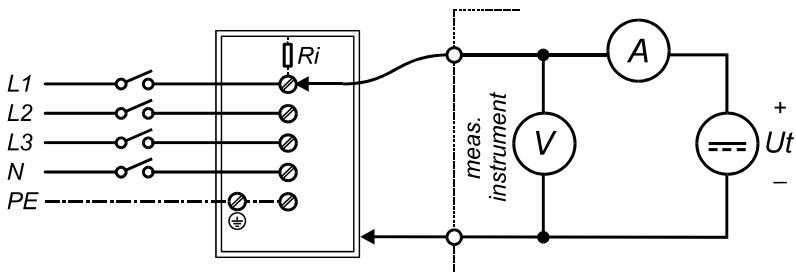
В различных случаях, таких как кабели, соединительные элементы, изолирующие элементы распределительных шкафов, переключатели, точки присоединения, корпуса и т.п. используются различные изолирующие материалы. Независимо от используемого материала сопротивление изоляции должно быть, по крайней мере выше, чем требуемое по нормам, - вот почему его необходимо измерять.

Общие комментарии относительно измерения сопротивления изоляции

Измерения сопротивления изоляции должны быть проведены перед первым присоединением сети к установке. Все выключатели должны быть включены и все нагрузки должны быть отсоединены,

что позволяет проверить установку в целом, и быть уверенным, что результаты испытания не искажены влиянием какой-либо нагрузки.

Принцип измерения представлен на рисунке ниже:



Meas.instrument – измерительный прибор

Рис. 9. Принцип измерения сопротивления изоляции

Используется метод вольтметра-амперметра.

Результат = $Ut / I = Ri$

где:

Ut испытательное напряжение постоянного тока, измеренное вольтметром V .
 Iиспытательный ток, возбуждаемый генератором постоянного тока через сопротивление изоляции Ri (согласно стандарту 61557 генератор должен возбуждать испытательный ток по крайней мере 1 мА при номинальном испытательном напряжении). Ток измеряется амперметром.

Ri сопротивление изоляции.

Величина испытательного напряжения зависит от номинального сетевого напряжения проверяемой установки. При использовании измерительного прибора Eurotest 61557, Instaltest 61557 или Earth-Insulation Tester испытательное напряжение может быть таким:

- 50 В постоянного тока
- 100 В постоянного тока
- 250 В постоянного тока
- 500 В постоянного тока
- 1000 В постоянного тока

Instaltest 61557 или Earth-Insulation Tester могут в дополнение к вышеперечисленным напряжениям вырабатывать любое испытательное напряжение в диапазоне от 50 В до 1000 В с шагом 10 В.

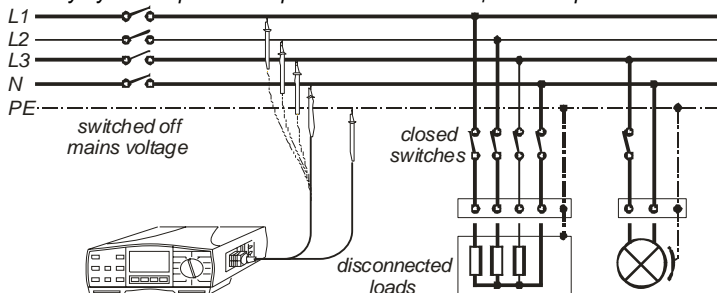
Предопределенные номинальные испытательные напряжения, зависящие от номинального напряжения сети, приведены в таблице 2.

Все измерения перед регистрацией должны быть приведены в область допустимых значений - см. Главу 5.

5.1.1. Измерение сопротивления изоляции между проводниками

Измерения должны проводиться между всеми проводниками следующим образом:

- Между каждым из фазных проводников L1, L2 и L3, отдельно, и нулевым рабочим проводником N.
- Между каждым из фазных проводников L1, L2 и L3, отдельно, и защитным проводником PE.
- Отдельно, между каждым из фазных проводников L1, L2 и L3 и защитным проводником PE.
- Между фазным проводником L1 и проводниками L2 и L3, отдельно.
- Между фазными проводниками L2 и L3.
- Между нулевым рабочим проводником N и защитным проводником PE.



Switched off mains voltage – сетевое напряжение отключено

Closed switches – замкнутые выключатели

Disconnected loads – отключенные нагрузки

Рис.10. Пример измерения сопротивления изоляции между проводником PE и другими проводниками при использовании Eurotest 61557, Instaltest 61557 или Earth-Insulation Tester.

Примечания!

- Выключите напряжение сети перед началом измерений!
- Во время испытаний все выключатели должны быть замкнуты!
- Во время испытаний все нагрузки должны быть отсоединены!

Минимальные значения сопротивления изоляции, определенные нормами, представлены в нижеприведенной таблице

Номинальное напряжение сети	Номинальное испытательное напряжение постоянного тока, В	Наименьшее допускаемое сопротивление изоляции, МОм
Безопасное низкое напряжение	250	0,25
Напряжение до 500 В, за исключением безопасного низкого напряжения	500	0,5
Свыше 500 В	1000	1,0

Таблица 2. Наименьшие допускаемые значения сопротивления изоляции, измеренного между проводниками сети

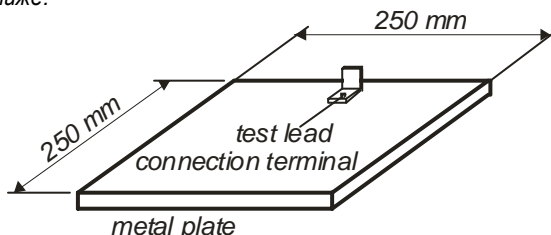
5.1.2. Измерение сопротивления непроводящих стен и полов

Имеются определенные ситуации, когда желательно, чтобы некоторое помещение было полностью изолировано от проводника защитного заземления (например, для проведения специальных испытаний в лаборатории и т.п.). Эти помещения рассматриваются как электрически безопасное пространство, и в которых стены и пол должны быть сделаны из непроводящих материалов. Размещение любого электрического оборудования в таких помещениях должно быть проведено таким образом, чтобы:

- Было невозможно одновременно коснуться двух проводов под напряжением с различными потенциалами в случае повреждения основной изоляции.
- Было невозможно одновременно коснуться открытых и сторонних проводящих частей.

Защитный проводник PE, который мог бы проводить опасное напряжение повреждения к потенциалу земли, не допустим в непроводящих помещениях. Непроводящие стены и пол защищают оператора в случае нарушения основной изоляции.

Сопротивление непроводящих стен и полов должно измеряться с помощью тестера сопротивления изоляции, использующего процедуру, описанную ниже. Должны использоваться специальные измерительные электроды измерения, описанные ниже.



Test lead connection terminal – клемма для присоединения испытательного проводника

Metal plate – металлическая пластина

Рис. 11. Измерительный электрод

Измерение должно проводиться между измерительным электродом и защитным проводником PE, который доступен только с внешней стороны проверяемого непроводящего помещения.

Для улучшения электрического контакта влажная прокладка (270 мм x 270 мм) должна быть помещена между измерительным электродом и испытываемой поверхностью. Во время измерений к электроду должна быть приложена сила 750 Н (измерение пола) или 250 Н (измерение стены).

Значение испытательного напряжения должно быть равным:

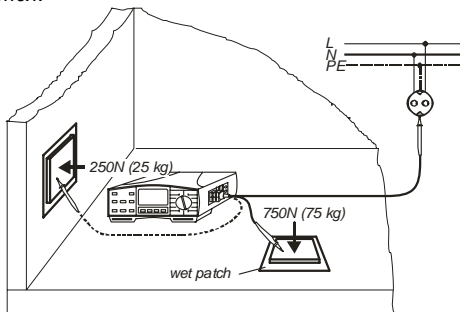
- 500 В в случае, когда номинальное сетевое напряжение относительно земли меньше 500 В
- 1000 В в случае, когда номинальное сетевое напряжение относительно земли выше 500 В

Значение измеренного и исправленного результата испытаний (см. главу 5) должно быть выше:

50 кОм...в случае, когда номинальное сетевое напряжение относительно земли меньше 500 В
 100 кОм...в случае, когда номинальное сетевое напряжение относительно земли выше 500 В

Примечания!

- Желательно, чтобы измерение проводилось с использованием обеих полярностей напряжения (реверсирование испытательных зажимов) и чтобы бралось среднее значение обоих результатов.
- Подождите перед взятием отсчета, пока результат испытаний не стабилизируется.



Wet patch – влажная прокладка

Рис. 12. Измерение сопротивления стен и пола с использованием Eurotest 61557, Instaltest 61557 или Earth-Insulation Tester.

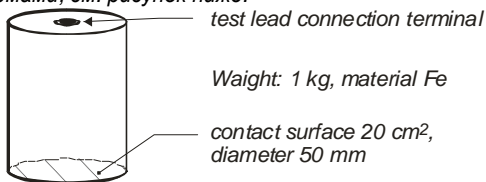
5.1.3. Измерение сопротивления полупроводящих полов

В некоторых случаях, таких как взрывоопасные зоны, склады огнеопасных легковоспламеняющихся материалов, лакокрасочные цехи, заводы для производства высокочувствительной электронной аппаратуры, пожароопасные зоны и т.д. требуется иметь поверхность пола с определенной проводимостью. В этих случаях пол успешно предотвращает образование статического электричества и проводит все низкоэнергетические потенциалы к земле.

Для того, чтобы получить соответствующее сопротивление пола, должны использоваться полупроводящий материалы.

Сопротивление должно проверяться с использованием тестера сопротивления изоляции с испытательным напряжением от 100 до 500 В.

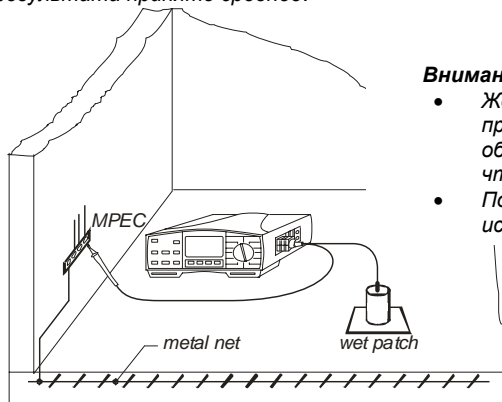
Должен использоваться специальный испытательный электрод, определенный в соответствии с нормами, см. рисунок ниже.



Зажим для подключения испытательного проводника; Вес: 1 кг, материал - железо
 Поверхность соприкосновения - 20 см², диаметр 50 мм

Рис. 13. Испытательный электрод

Процедура измерения представлена на рисунке ниже. Измерение должно быть повторено несколько раз при различных размещениях и в качестве окончательного результата принято среднее.



Внимание!

- Желательно, чтобы измерение проводилось с использованием обеих полярностей напряжения и чтобы брался средний результат.
- Подождите, пока результат испытаний стабилизируется.

Metal net – металлическая сетка

Рис. 14. Измерение сопротивления полупроводящего пола.

Измерение должно быть выполнено между испытательным электродом и металлической сеткой, встроенной в пол, которая обычно соединяется с защитным проводником PE.

Размеры поверхности, где проводятся измерения, должны быть по крайней мере 2 x 2 м.

5.1.4. Измерение сопротивления изоляции кабелей, проложенных в грунте - 30 ГОм

Измерение должно проводиться также, как между проводниками на установке, за исключением того, что испытательное напряжение должно быть равным 1000 В из-за экстремальных условий, в которых такой кабель должен находиться. Испытания сопротивления изоляции должны быть выполнены между всеми проводниками при отсоединенном сетевом напряжении.

Из-за высоких значений сопротивления изоляции рекомендуется использовать *Earth-Insulation Tester*. Прибор позволяет проводить измерения вплоть до 30 ГОм.

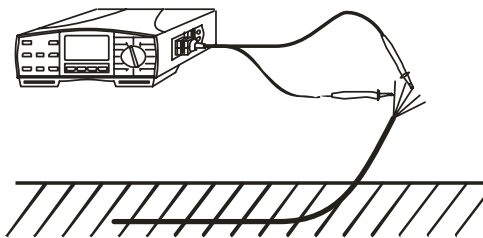


Рис. 15. Измерение сопротивления изоляции кабеля, проложенного в грунте, при использовании *Earth-Insulation Tester*.