

Министерство образования и науки Самарской области  
государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области «Кинель-Черкасский сельскохозяйственный техникум»

**Дисциплина** МДК.05.01. Монтаж, эксплуатация и техническое обслуживание электроустановок

**Специальность** 35.02.08 Электрifiкация и автоматизация сельского хозяйства

**Курс** 2 группа 27, 29

**Преподаватель** Тукмаков А.А. [alek.tukmackov@yandex.ru](mailto:alek.tukmackov@yandex.ru)

**Занятие** №36

Изучите теоретическую часть, выполните конспект в рабочей тетради, ответы на контрольные вопросы пришлите на электронную почту преподавателя.

### **Лабораторная работа №9**

**Тема:** Определение сопротивления металла по связи контура заземления  
Контроль сопротивления изоляции токоведущих частей и заземляющего устройства.

**Цель работы:** ознакомиться с факторами, влияющими на опасность поражения человека электрическим током, нормативными величинами и приборами для их измерения.

**Приобретаемые умения и навыки:** научиться измерять сопротивление растеканию электрического тока в заземляющих устройствах и сопротивление изоляции токоведущих частей (электропроводов, кабелей).

**Приборы и оборудование:** М101М, М4124 – для измерения сопротивления изоляции; ИС-10 – для измерения сопротивления заземляющего устройства.

**Задание:**

1. Изучить теоретическую часть и оформить конспект.
2. Выполнить измерения сопротивления изоляции электрооборудования
3. Выполнить измерения сопротивления заземляющего устройства и удельного сопротивления грунта.

#### **1. Теоретическая часть . Общие положения**

Широкое использование электрической энергии во всех отраслях промышленности и быта обуславливает значительную опасность поражения человека электрическим током. Статистический анализ травматизма показывает, что количество электротравм в промышленности составляет всего около 0,5–1% от всех травм, однако, на них приходится 15–20% летального исхода, причем до 80–85% электротравм со смертельным исходом происходит в сетях с напряжением до 1 кВ.

Опасность поражения электрическим током в значительной степени зависит от условий окружающей среды, в которых будет эксплуатироваться электрооборудование.

**Электрическая изоляция** различных токоведущих проводов, частей оборудования (внутренние электрические сети, статорные обмотки электродвигателей, обмотки трансформаторов и т. п.) является основой обеспечения электробезопасности. Надежная и качественная электрическая изоляция может обеспечить 100% электробезопасность. Однако на практике электрическая изоляция может быть разрушена от механических повреждений, действия химически активной среды, повышенной температуры, неправильной эксплуатации электроустановок. При этом может появиться напряжение на корпусах, которые обычно не находятся под напряжением.

Различают рабочую, основную, дополнительную, двойную и усиленную электрическую изоляцию.

**Рабочей** называется электрическая изоляция токопроводящих жил, обеспечивающая нормальную работу электроустановок и защиту от поражения электрическим током.

**Основная** – изоляция токоведущих частей, обеспечивающая в том числе защиту от прямого прикосновения.

**Дополнительная** – независимая изоляция в электроустановках напряжением до 1000 В, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении.

**Двойная** – изоляция в электроустановках, состоящая из основной и дополнительной изоляций.

**Усиленная** – изоляция в электроустановках, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции.

Согласно ТКП 339-2011, сопротивление изоляции между любым проводом и землей, а также между любыми проводами на участке, между двумя соседними предохранителями в распределительной сети напряжением до 1000 В должно составлять **не менее 0,5 МОм (500 000 Ом)**.

Изоляцию электрических машин напряжением свыше 1000 В рассчитывают по формуле где  $R$  – сопротивление изоляции, МОм;  $U$  – напряжение, В;  $P$  – номинальная мощность, кВт.

$$R=U/1000*P*100$$

Измерение сопротивления изоляции электрических установок производят после их монтажа, ремонта и периодически в процессе эксплуатации не реже одного раза в год в помещениях с повышенной опасностью и не реже двух раз в год в особо опасных помещениях.

Корпуса электрических машин, трансформаторов, светильников и другие металлические нетоковедущие части оборудования могут оказаться под напряжением при замыкании одной из фаз на корпус. Если корпус при этом не имеет контакта с землей, то прикосновение к нему также опасно, как и

прикосновение к фазе.

## 2. Приборы для контроля сопротивления заземляющего устройства

### Работа с мегомметром М1101М

Прибор состоит из генератора постоянного тока с ручным приводом, логометра и добавочных сопротивлений.

Шкала прибора имеет два ряда отметок: правая шкала соответствует пределу измерения от 0 до 500 МОм, левая от 0 до 1000 кОм (рис. 1). Для переключения прибора на ту или иную шкалу имеется специальный переключатель

«кВ/МВ». Измеряемое сопротивление присоединяется к зажимам «Линия» и «Земля».



Рис. 1 Внешний вид мегомметра М1101М:

1 – зажимы «Линия» и «Земля»; 2 – переключатель «кВ/МВ»;

3 – измерительная шкала

Перед измерениями необходимо убедиться в отсутствии напряжения в испытываемых цепях и в исправности прибора. **Проводить измерения в цепях, находящихся под напряжением, запрещается!**

Для проверки исправности прибора необходимо: установить его горизонтально, отстегнуть ручку для переноски, открыть крышку смотрового окна, переключатель пределов измерения «кВ/МВ» поставить в положение «МВ», установить ручку генератора в рабочее положение (находится с правой стороны прибора).

В исправном приборе при вращении рукоятки по часовой стрелке со скоростью 120 об./мин стрелка должна установиться на отметке «∞» шкалы «МВ».

Для измерения сопротивления жил кабеля относительно земли к клемме «Земля» прибора подключается с помощью соединительного провода исправное (допустимое по ТКП 339-2011) заземляющее устройство, а к клемме «Линия» – поочередно все жилы кабеля. Переключатель пределов измерения устанавливается в положение «МВ». Плавное вращение рукоятки

прибора по часовой стрелке с номинальной скоростью 120 об./мин, производится отсчет по соответствующей шкале.

Для измерения сопротивления всех жил кабеля относительно друг друга жилы, сопротивление которых измеряется, подключаются к клеммам прибора, причем не имеет значения, какую жилу и к какой клемме подключать.

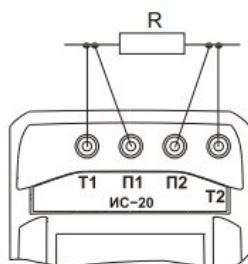
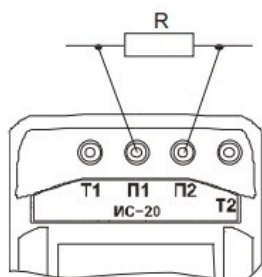
### Измерение сопротивления заземления

Измерение сопротивления заземления дает возможность узнать техническое состояние, контура заземления и позволяет определить уровень безопасности электрической сети. Измерять сопротивление заземления нужно после ввода здания или объекта. Далее проверка заземления проводится на основании п. 2.7.9. ПТЭЭП согласно плану проверок на объект. Измерять сопротивление заземления необходимо не менее одного раза в 12 лет. Осмотр заземляющего контура должен проводиться не менее двух раз в год.



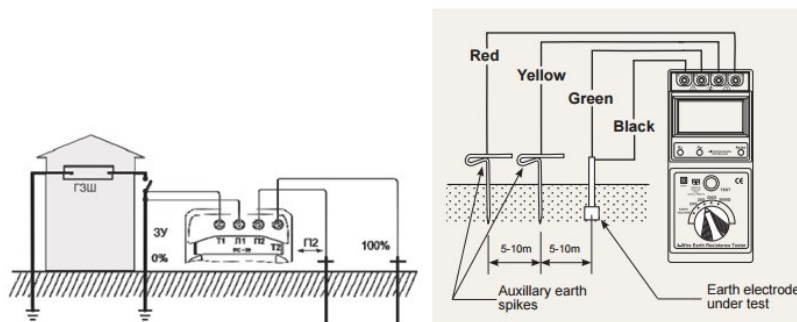
Рис. 2 Внешний вид ис-10 измеритель сопротивления заземления

Измерение сопротивление металlosвязи, защитных проводников заземления проводится согласно ГОСТ Р 50571.16 по двухпроводному и четырехпроводному методу. При измерении по двухпроводному методу не учитывается сопротивление самих проводов и переходных сопротивлений крокодилов. В измерителе сопротивления заземления [ИС-20](#) имеется возможность исключить влияния сопротивления измерительных проводов, при измерении двухпроводным способом.



## Последовательность измерения сопротивления заземления

Рассмотрим процесс измерения сопротивления заземления с помощью прибора ИС-20. Измерение проводится согласно ГОСТ Р 50571.16-2007 Электроустановки низковольтные Часть 6 Испытания. Измерение сопротивления заземлителя с помощью штырей по четырех проводному методу

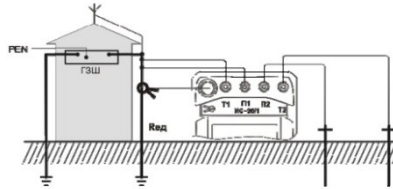


- Необходимо отключить заземлитель от шины заземления.
- К заземлителю подсоединить измерительные провода к разъемам Т1 и Т2. Измерительный провод Т1 компенсирует сопротивление измерительного кабеля Т2.
- Потенциальный штырь необходимо воткнуть в землю на расстоянии не менее 20 м от заземлителя и соединить с разъемом Т3.
- Токосный штырь необходимо воткнуть в землю на расстоянии не менее 40 м от заземлителя и соединить с разъемом Т1.
- Штырь втыкать в землю на максимальную глубину не менее 0,5 м. Если напряжение помехи превышает 24 В, необходимо сменить местоположение штырей.
- Начать измерение, нажав кнопку Rx.

Измерение сопротивления заземлителя с помощью штырей по трехпроводному методу

- Необходимо отключить заземлитель от шины заземления.
- К заземлителю подсоединить измерительный провод к разъему Т1.
- Потенциальный штырь необходимо воткнуть в землю на расстоянии не менее 20 м от заземлителя и соединить с разъемом Т2.
- Токосный штырь необходимо воткнуть в землю на расстоянии не менее 40 м от заземлителя и соединить с разъемом Т3.
- Штырь втыкать в землю на максимальную глубину не менее 0,5 м. Если напряжение помехи превышает 24 В, необходимо сменить местоположение штырей.
- Начать измерение, нажав кнопку Rx.

Измерение сопротивления заземлителя с применением измерительных клещей по четырехпроводному методу

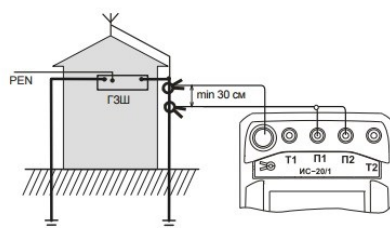


- С измерительными клещами нет необходимости отключать заземлитель от шины заземления. Прибор компенсирует протекающий по шине ток с помощью измерительных клещей.
- Заземлитель обхватить клещами и подключить к разъему "клещи".
- К заземлителю выше измерительных клещей подсоединить измерительные провода к разъемам Т1 и П1. Измерительный провод Т1 компенсирует сопротивление измерительного кабеля П1.
- Потенциальный штырь необходимо воткнуть в землю на расстоянии не менее 20 м от заземлителя и соединить с разъемом П2.
- Токосый штырь необходимо воткнуть в землю на расстоянии не менее 40 м от заземлителя и соединить с разъемом Т2.
- Штырь втыкать в землю на максимальную глубину не менее 0,5 м. Если напряжение помехи превышает 24 В, необходимо сменить местоположение штырей.
- Начать измерение, нажав кнопку Rх.

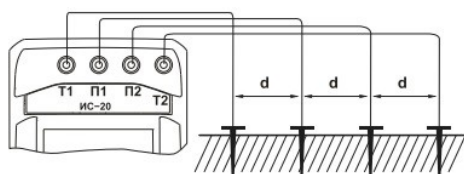
Измерение сопротивления заземлителя с применением измерительных клещей по трехпроводному методу

- С измерительными клещами нет необходимости отключать заземлитель от шины заземления. Прибор компенсирует протекающий по шине ток с помощью измерительных клещей.
- Заземлитель обхватить клещами и подключить к разъему "клещи".
- К заземлителю подсоединить измерительный провод к разъему П1.
- Потенциальный штырь необходимо воткнуть в землю на расстоянии не менее 20 м от заземлителя и соединить с разъемом П2.
- Токосый штырь необходимо воткнуть в землю на расстоянии не менее 40 м от заземлителя и соединить с разъемом Т2.
- Штырь втыкать в землю на максимальную глубину не менее 0,5 м. Если напряжение помехи превышает 24 В, необходимо сменить местоположение штырей.
- Начать измерение, нажав кнопку Rх.

Измерение сопротивления заземления с измерительными клещами и передающими клещами



- С измерительными клещами нет необходимости отключать заземлитель от шины заземления. Прибор компенсирует протекающий по шине ток с помощью измерительных клещей.
- Заземлитель обхватить измерительными клещами и подключить к разъему П1.
- Клещами передающими обхватить шину заземления не менее чем через 30 см от измерительных клещей. Передающие клещи позволяют проводить измерение сопротивления заземления без штырей, где уложен асфальт. Если схема заземления многоэлементная, показания будут завышенными, т.к. измерение включают все элементы заземления.
- Переключить прибор в режим измерения двумя клещами, убедиться величина тока в шине заземления не более 2 А.
- Начать измерение, нажав кнопку Rх.
- Измерение удельного сопротивления грунта



- Удельное сопротивление грунта определяется по методике Вернера. Согласно этой методике штыри втыкают на одинаковом расстоянии  $d$  по прямой линии. Расстояние между штырями  $d$  должно быть более 5 раз больше глубины штырей. Удельное сопротивление грунта измеряется в Ом\*м. Штыри 4 штуки соединить с прибором измерительными проводами к разъемам Т1, П1, П2, Т2.
- Нормы сопротивления заземления электроустановок регламентируются ПЭЭП. Правила эксплуатации электроустановок потребителей для приборов напряжением питания до 1000 В таблица 42. Для приборов с напряжением питания 220 В и 380 В с заземленной нейтралью сопротивление заземления на вводе должно быть не более 30 Ом. При удельном сопротивлении грунта более 100 Ом\*м сопротивление заземления вычисляется по формуле 0,3 от удельного сопротивления грунта. Для грунта с удельным сопротивлением 300 Ом\*м допустимое сопротивление заземления до 90 Ом.

- Измерение сопротивления заземления рекомендуется проводить в летнее время года с сухим грунтом и в зимнее время года когда грунт промерз, в этом случае удельное сопротивление грунта максимально. При изменении температуры грунта с 0 до -5 градусов, удельное сопротивление грунта возрастает в 8 раз. При влажном грунте удельное сопротивление уменьшается в разы, что положительно влияет на сопротивление заземления. Сопротивление заземления не должно превышать нормативов в любую погоду.

Тип грунта	Удельное сопротивление, Ом*м
Графитовая крошка	0,1
Вода морская	0,2
Глина влажная	20
Солончак	20
Ил	30
Вода прудовая	40
Глина подсыхая (полувлажная)	60
Мел	60
Торф	60
Чернозем	60
Бетон	100 - 1000
Влажный песок	130- 400
Каменный уголь	150
Супесь	150
Гравий	300 - 800
Сухой песок	800 - 4000
Поверхностный	3000 - 5000
Щебень (мокрый - сухой)	3000 – 5000
Кварц	15000
Гранит	до 22000
Вечномерзлый суглинок	20000
Вечномерзлый песок	50000

### Контрольные вопросы

1. Назовите виды электрической изоляции.
2. Требования, предъявляемые к изоляции электрических проводов и периодичность контроля.
3. Какие способы и средства используются для обеспечения электробезопасности?
4. Приборы контроля сопротивления заземляющих устройств и изоляции электрических проводов.