



МЕТОДЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТА

Абдазимов Ш.Х.

К.т.н. доцент

Кафедра “Техносферная безопасность” Ташкентского
Государственного Транспортного Университета

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7561146>

ARTICLE INFO

Received: 14th January 2023

Accepted: 21th January 2023

Online: 23th January 2023

KEY WORDS

ABSTRACT

Для обеспечения электробезопасности при монтаже и эксплуатации электроустановок применяют различные способы и средства защиты, выбор которого зависят от ряда факторов, в том числе и от способа электроснабжения.

Для обеспечения электробезопасности при монтаже и эксплуатации электроустановок применяют различные способы и средства защиты, выбор которого зависят от ряда факторов, в том числе и от способа электроснабжения.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током в электроустановках должны применяться технические способы и средства защиты.

Выбор того или иного способа или средства защиты (или их сочетаний) в конкретной электроустановке и эффективность его применения зависят от целого ряда факторов, в том числе от:





- номинального напряжения;
- рода, формы и частоты тока электроустановки;
- **способа электроснабжения** (от стационарной сети, от автономного источника питания электроэнергией);
- режима нейтрали источника трехфазного тока (средней точки источника постоянного тока) — изолированная нейтраль, заземленная нейтраль;
- вида исполнения (стационарные, передвижные, переносные);
- условий внешней среды;
- схемы возможного включения человека в цепь протекания тока (прямое однофазное, прямое двухфазное прикосновение; включение под напряжение шага);
- вида работ (монтаж, наладка, испытания) и др.

Кроме того, **по принципу действия**, все технические способы защиты разделяются на:

- снижающие до допустимых значений напряжения прикосновения и шага;
- ограничивающие время воздействия тока на человека;
- предотвращающих прямое прикосновение к токоведущим частям.

Классификация технических способов и средств защиты от поражения электрическим током в электроустановках приведена на рисунке.



Основными техническими средствами защиты являются:

- Защитное заземление;
- Автоматическое отключение питания (зануление);
- Устройства защитного отключения.

Защитное заземление

Заземление снижает до безопасной величины напряжение относительно земли металлических частей электроустановки, оказавшихся под напряжением при повреждении изоляции.

Защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом нетоковедущих частей электроустановки, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (индуктивное влияние соседних токоведущих частей, вынос потенциала, разряд молнии и т. п.). Эквивалентом земли может быть вода реки или моря, каменный уголь в карьерном залежании и т. п. Электрическое сопротивление такого соединения должно быть минимальным (не более 4 Ом для сетей с напряжением до 1000 В и не более 10 Ом для остальных). При этом корпус электроустановки и обслуживающий ее персонал будут находиться под равными, близкими к нулю, потенциалами даже при пробое изоляции и замыкании фаз на корпус.

Назначение защитного заземления — устранение опасности поражения током в случае прикосновения к корпусу электроустановки и другим нетоковедущим металлическим частям, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на



корпус и по другим причинам. Различают два типа заземлений: выносное и контурное.

Выносное заземление характеризуется тем, что его заземлитель (элемент заземляющего устройства, непосредственно контактирующий с землей) вынесен за пределы площадки, на которой установлено оборудование. Таким способом пользуются для заземления оборудования механических и сборочных цехов. Выносное заземление называют также сосредоточенным. Существенный **недостаток выносного заземления** – отдаленность заземлителя от защищаемого оборудования, поэтому заземляющие устройства этого типа применяются лишь при малых токах замыкания на землю, в частности в установках до 1 кВ, где потенциал заземлителя не превышает значения допустимого напряжения прикосновения.

Достоинством выносного заземления является возможность выбора места размещения электродов заземлителя с наименьшим сопротивлением грунта (сырой, глинистый, в низинах и т. п.). Необходимость в устройстве выносного заземления может возникнуть в следующих случаях:

- при невозможности по каким-либо причинам разместить заземлитель на защищаемой территории;
- при высоком сопротивлении земли на данной территории (например, песчаный или скалистый грунт) и наличии вне этой территории мест со значительно лучшей проводимостью земли;
- при рассредоточенном расположении заземляемого оборудования (например, в горных выработках) и т. п.

Контурное заземление состоит из нескольких соединенных заземлителей, размещенных по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование, а также внутри этой площадки. Такой тип заземления применяют в установках выше 1 кВ. Контурное заземление называется также распределенным.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус и другими причинами. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (уменьшением сопротивления заземлителя), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземленного оборудования (подъемом потенциала основания, на котором стоит человек, до значения, близкого к значению потенциала заземленного оборудования).

В сетях переменного тока с заземленной нейтралью напряжением до 1 кВ **защитное заземление** в качестве основной защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении **не применяется**, т.к. оно не эффективно.

Область применения защитного заземления:

- электроустановки напряжением до 1 кВ в трехфазных трехпроводных сетях переменного тока с изолированной нейтралью (система IT);
- электроустановки напряжением до 1 кВ в однофазных двухпроводных сетях переменного тока изолированных от земли;



- электроустановки напряжением до 1 кВ в двухпроводных сетях постоянного тока с изолированной средней точкой обмоток источника тока (система IT);
- электроустановки в сетях напряжением выше 1 кВ переменного и постоянного тока с любым режимом нейтрали или средней точки обмоток источников тока.

Заземление электроприборов. Металлические корпуса электроустановок и приборов (стиральные машины, электроводонагреватели, кондиционеры и т.д.) обязательно должны быть заземлены путем соединения с нулевым проводом электросети. Использование металлических труб и других деталей водопровода, отопительной или канализационной сети для заземления (зануления) запрещено.



Зануление

Зануление — преднамеренное электрическое соединение с глухо заземленной нейтралью трансформатора в трехфазных сетях металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. В сетях однофазного тока части электроустановки соединяются с глухозаземленным выводом источника тока, а в сетях постоянного тока – с заземленной точкой источника. При занулении нейтраль заземляется у источника питания. Эта система имеет наибольшее распространение. Оно считается основным средством обеспечения электробезопасности в трехфазных сетях с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В.

В сети с занулением следует различать нулевой защитный и рабочий проводники. Для соединения открытых проводящих частей потребителя электроэнергии с глухозаземленной нейтральной точкой источника используется нулевой защитный проводник. **Нулевым защитным проводником** называется проводник, соединяющий зануляемые части потребителей (приемников) электрической энергии с заземленной нейтралью источника тока. **Нулевой рабочий проводник** используют для питания током электроприемников и тоже соединяют с заземленной нейтралью, но через предохранитель.

Использовать нулевой рабочий провод в качестве нулевого защитного нельзя, так как



при перегорании предохранителя все подсоединенные к нему корпуса могут оказаться под фазным напряжением!

Зануление необходимо для обеспечения защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении за счет снижения напряжения корпуса относительно земли и быстрого отключения электроустановки от сети.

Область применения зануления:

- электроустановки напряжением до 1 кВ в трехфазных сетях переменного тока с заземленной нейтралью (система TN – S; обычно это сети 220/127, 380/220, 660/380 В);
- электроустановки напряжением до 1 кВ в однофазных сетях переменного тока с заземленным выводом;
- электроустановки напряжением до 1 кВ в сетях постоянного тока с заземленной средней точкой источника.

Принцип действия зануления. При замыкании фазного провода на зануленный корпус электропотребителя образуется цепь тока однофазного короткого замыкания (то есть замыкания между фазным и нулевым защитными проводниками). Ток однофазного короткого замыкания вызывает срабатывание максимальной токовой защиты, в результате чего происходит отключение поврежденной электроустановки от питающей сети. Кроме того, до срабатывания максимальной токовой защиты происходит снижение напряжения поврежденного корпуса относительно земли, что связано с защитным действием повторного заземления нулевого защитного проводника и перераспределением напряжений в сети при протекании тока короткого замыкания.

Следовательно, зануление **обеспечивает защиту от поражения электрическим током** при замыкании на корпус за счет ограничения времени прохождения тока через тело человека и за счет снижения напряжения прикосновения.

Надежность зануления определяется в основном надежностью нулевого защитного проводника. В связи с этим требуется тщательная прокладка нулевого защитного проводника, чтобы исключить возможность его обрыва. Кроме того, в нулевом защитном проводнике запрещается ставить выключатели, предохранители и другие приборы, способные нарушить его целостность. При соединении нулевых защитных проводников между собой должен обеспечиваться надежный контакт. Присоединение нулевых защитных проводников к частям электроустановок, подлежащих занулению, осуществляется сваркой или болтовым соединением, причем, значение сопротивления между зануляющим болтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью электроустановки, которая может оказаться под напряжением, не должно превышать 0,1 Ом. Присоединение должно быть доступно для осмотра. Нулевые защитные провода и открыто проложенные нулевые защитные проводники должны иметь отличительную окраску: по зеленому фону желтые полосы. В процессе эксплуатации зануления сопротивление петли “фаза-нуль” может меняться, следовательно, необходимо периодически контролировать значение этого сопротивления. Измерения сопротивления петли “фаза-нуль” проводят как после

окончания монтажных работ, то есть при приемо-сдаточных испытаниях, так и в процессе эксплуатации в сроки, установленные в нормативно технической документации, а также при проведении капитальных ремонтов и реконструкций сети.

Расчет зануления имеет целью определить условия, при которых оно надежно выполняет возложенные на него задачи — быстро отключает поврежденную установку от сети и в то же время обеспечивает безопасность прикосновения человека к зануленному корпусу в аварийный период.

Защитное отключение

Защитным отключением называется автоматическое отключение электроустановок при однофазном прикосновении к частям, находящимся под напряжением, недопустимым для человека, и (или) при возникновении в электроустановке тока утечки (замыкания), превышающего заданные значения.

Назначение защитного отключения – обеспечение электробезопасности, что достигается за счет ограничения времени воздействия опасного тока на человека. Защита осуществляется специальным устройством защитного отключения (УЗО), которое, обеспечивает электробезопасность при прикосновении человека к токоведущим частям оборудования, позволяет осуществлять постоянный контроль изоляции, отключает установку при замыкании токоведущих частей на землю. Для защиты людей от поражения электрическим током применяются УЗО с током срабатывания не более 30 мА.



Область применения защитного отключения: электроустановки в сетях с любым напряжением и любым режимом нейтрали. Наибольшее распространение защитное отключение получило в электроустановках, используемых в сетях напряжением до 1 кВ с заземленной или изолированной нейтралью.

Принцип работы УЗО состоит в том, что оно постоянно контролирует входной сигнал и сравнивает его с заданной величиной. Если входной сигнал превышает эту величину, то устройство отключает защищенную электроустановку от сети. В качестве входных сигналов устройств защитного отключения используют различные параметры электрических сетей, которые несут в себе информацию об условиях поражения человека электрическим током.



УЗО реагирует на «ток утечки» и в течение сотых долей секунды отключает электричество, защищая человека от поражения электрическим током, оно улавливает малейшую утечку тока и размыкает контакты. Конструктивно УЗО бывают двух видов:

- **электронные**, зависимые от напряжения питания, их механизм для выполнения операции отключения нуждается в энергии, получаемой либо от контролируемой сети, либо от внешнего источника;
- **электромеханические**, независимые от напряжения питания, они дороже электронных УЗО, но обладают большей чувствительностью. Источником энергии, необходимой для функционирования таких УЗО является сам входной сигнал – дифференциальный ток, на который оно реагирует.

Все УЗО по виду входного сигнала классифицируют на несколько типов:

- реагирующее на напряжение корпуса относительно земли;
- реагирующее на дифференциальный (остаточный) ток;
- реагирующее на комбинированный входной сигнал;
- реагирующее на ток замыкания на землю;
- реагирующее на оперативный ток (постоянный; переменный 50 Гц);
- реагирующее на напряжение нулевой последовательности.

Применение УЗО должно осуществляться в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ)

Специальные средства защиты от поражения электрическим током

Ненадлежащая защита от поражений электрическим током может привести к самым неприятным последствиям. Степень опасности зависит от вида, продолжительности воздействия, силы и напряжения тока, а также от ряда сторонних факторов (уровня влажности помещения, возраста и физического состояния человека). Безопасность на рабочем месте обеспечивается применением целого ряда организационных и технических мер, которые регламентированы нормативным документом «Правила устройства электроустановок»(ПУЭ).

Согласно ПУЭ основными техническими мерами электробезопасности являются:

- изоляция токопроводящих элементов (рабочая, двойная, усиленная);
- заземление;
- зануление;
- защитное отключение;

К организационным мерам относятся:

- оформление нарядов или распоряжений с указанием места и времени работы, ответственных лиц, мер безопасности;
- обучение персонала и оформление допуска;
- надзор над проведением работ.

Все технические средства, применяемые для защиты от поражения электрическим током, делятся на:

- изолирующие,
- предохранительные,
- ограждающие.



По характеру применения их можно разделить на средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты.

Изолирующие средства защиты

Все изолирующие средства делятся на две группы:

1. Основные – специальные средства индивидуальной защиты, обеспечивающие безопасность продолжительное время, в условиях рабочего напряжения электроустановки 1000 В. К ним относятся диэлектрические перчатки, изолирующие клещи и штанги, слесарный инструмент с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения.

Пример. Перчатки ДЭ штанцованные предназначены для работ в электроустановках до 1000 В в качестве основного средства защиты. Изготовлены из натурального латекса. Рабочий температурный диапазон: -40°C/+50°C.

2. Дополнительные средства не обеспечивают полную безопасность работы при напряжении 1000 В и используются в качестве вспомогательных средств, в комплекте с основными. К ним относятся диэлектрические калоши, боты, подставки, коврики. Каждое из этих средств имеет маркировку, где указано конкретное назначение: работа в электроустановках до 1000 В или свыше 1000 В.

Пример. Коврик ДЭ 75x75 изготовлен из резины и имеет рифленую, противоскользящую поверхность. Материал выдерживает напряжение до 20 кВ. Изделие применяется в качестве дополнительного изолирующего защитного средства.

Все изолирующие средства должны отвечать техническим условиям или ГОСТ. Хранить изделия необходимо по определенным правилам: вдали от отопительных приборов (не ближе, чем на 0,5 метра) и источников влаги. Перед каждым применением необходимо их тщательно осматривать. В случае выявления механических повреждений, использовать средства категорически запрещается.

Предохранительные средства защиты

К предохранительным относятся специальные средства индивидуальной защиты, обеспечивающие безопасность во время проведения электромонтажных работ в особо сложных условиях (на высоте, при световом, тепловом и механическом воздействии электрической дуги). Это предохранительные пояса, «когти», лестницы, защитные щитки, каски и очки, рукавицы из трудновоспламеняемых материалов, спецодежда, спецобувь, противогазы и т.д.

Ограждающие средства защиты

Защитные средства данной категории предназначены для обеспечения коллективной безопасности, в частности временного ограждения или заземления источников электрического тока. Предотвратить соприкосновение с токоведущими частями можно с помощью щитов, ширм, барьеров, клеток, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Пример. Запрещающий знак электробезопасности в виде служебно-информационной наклейки с надписью «Не включать! Работают люди» используется в качестве ограждающего средства защиты. Его необходимо расположить в непосредственной близости от коммутационного аппарата, чтобы во время выполнения работ с электрооборудованием на него случайно не было подано



напряжение.

На любом производстве, где рабочий процесс связан с электрическим током, применение средства коллективной и индивидуальной защиты от поражения током является обязательным условием. Обеспечение работников необходимыми средствами – обязанность работодателя.

References:

1. Географический «АТЛАС» Узбекистана Т. «Картография» 2019 г. Стр 99-100.
2. Закон Республики Узбекистан «О защите населения и территории от ЧС техногенного и природного характера» от 20.09.1999 г.
3. Маккамбаев П.А., Разиков Р.С. «Чрезвычайные ситуации и гражданская защита в железнодорожном транспорте» Т. ТашиИТ 2018 г.
4. О мерах по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с паводковыми, селевыми, снеголавинными и оползневыми явлениями, и ликвидации их последствий: Постановление Президента Республики Узбекистан от 19 февраля 2007 г. № ПП-585 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lex.uz/pages/getpage.aspx?lact_id=1132317. – Дата доступа: 01.12.2017 г.
1. 5.Ахмедов М.А., Салямова К.Д. “Селевие явления Узбекистана”. Вестник Университета гражданской защиты Белорусии Т2, № 2.2018 г.