

«КоммерЦЪ»: разбираемся в ошибках заземления

А. С. ГРИБАНОВ – технический директор ООО «Бипрон»

Д. А. БЕЛОВ – коммерческий директор ООО «Бипрон»

Банальное утверждение о том, что грамотное проектирование и монтаж системы заземления являются важным аспектом безопасности и гарантом эффективной работы в течение всего периода эксплуатации объекта, совсем не ново. Но многолетний опыт работы предприятий ГК «Бипрон» вновь и вновь выявляет примеры «хождения по граблям» в этом, казалось бы, элементарном вопросе. Ошибки в расчете или создании заземляющего устройства (ЗУ) могут иметь серьезные и даже пагубные последствия, включая поражение электрическим током людей и животных, повреждение дорогостоящего оборудования и прочие негативные результаты.

Правильно спроектированный заземлитель может значительно повысить безопасность при эксплуатации электроустановок и выполняет ряд функций.

Защита от последствий ударов молнии и коротких замыканий

Система заземления надежно отводит токи, вызванные прямыми ударами молнии, их вторичными факторами¹ и короткими замыканиями, обеспечивая приемлемые уровни контактных и шаговых напряжений, не вызывая недопустимых токов или напряжений в оборудовании.

Эти системы обеспечивают безопасность чувствительного электронного оборудования. Токи короткого замыкания и разряды молнии на ЗУ могут вызвать большую разность потенциалов между любыми двумя точками защитного контура, что может стать источником опасных перенапряжений. В результате которых вторичные цепи и микропроцессоры выходят из строя.

Разберем некоторые особенности проектирования и монтажа ЗУ при стандартном нормативном регулировании этого вопроса и возникающие ошибки.

Заземление воздушных линий электропередач (ВЛ)

Согласно ПУЭ на опорах ВЛ должно быть предусмотрено ЗУ для повторного заземления, защиты от грозовых перенапряжений и заземления установленного на ней электрооборудования. Сопротивление контура заземления не должно превышать 30 Ом. Арматура на металлических столбах и конструкциях, а также железобетонных элементов столбов, должна быть подключена к PEN-проводникам.

На железобетонных опорах PEN-проводник обязательно соединен с железобетонной опорой и арматурой подрамника опоры. Крюки и штыри на деревянных опорах ВЛ и изолированные несущие провода, подвешенные к металлическим и железобетонным опорам, не заземляются, за исключением крюков и штырей на опорах, где предусмотрено повторное заземление и защита от атмосферного давления.

Заземлители в традиционной технологии состоят, как правило, из круглых стальных, предварительно оцинкованных (или омедненных) электродов диаметром 14–16 мм и длиной 2,5–5 м, соединенных между собой стальной оцинкованной (или омедненной) полосой. Срок службы таких заземлителей, уложенных в слабо коррозионно-активных грунтах, составляет 10–15 лет. Искусственные заземлители не подлежат окраске (за исключением антикоррозийного покрытия подземных соединений – сварных швов).

В последнее время среди проектов ЗУ на опорах ВЛ можно встретить заземление опор по замкнутому контуру по периметру опоры (рис. 1). Данное проектное решение не безопасно, так как не учитывает возникновение электромагнитной индукции в контуре заземления.

В данном случае сам контур ЗУ играет роль катушки индуктивности, а опора ВЛ – его сердечник. При подобной схеме: за счет появления электродвижущей силы (ЭДС), возникшей при ударе молнии или ином высоковольтном разряде, в контуре ЗУ появляется обратный ток, который создаст перенапряжение на изоляторах опоры.

Ошибки подобного рода встречаются и при проектировании по замкнутому принципу контура заземления ветрогенераторов (рис. 2).

Заземление трансформаторных подстанций (ТП)

Для передачи электроэнергии на большие расстояния используется высокое напряжение. Как правило, к потребителю приходит линия 6(10) кВ, а трансформаторная подстанция предназначена для понижения напряжения до 0,4 кВ.

Вкратце рассмотрим заземление таких подстанций, обратив особое внимание на внешний контур заземления.

Внешний контур заземления подстанции, чаще всего, состоит из замкнутого контура, состоящего из горизонтального заземлителя и N-го числа вертикальных электродов. Горизонтальные электроды изготавливаются из стальных (чаще оцинкованных) полос сечением не менее 4x40 мм.

Общее сопротивление ЗУ должно быть не более 4 Ом.

¹ См. «КоммерЦЪ»: Молниезащита по-новому. Изучаем опыт – создаем инновации». Журнал «СФЕРА. Нефть и Газ» №1/2023 (88). С. 96–100.

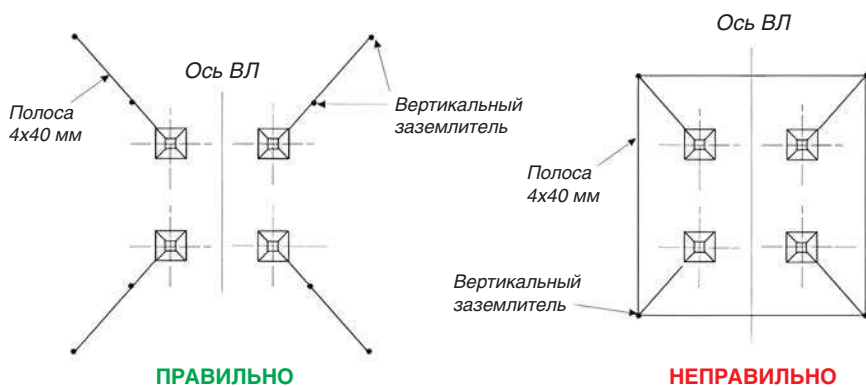


Рис. 1. Заземление опоры ВЛ

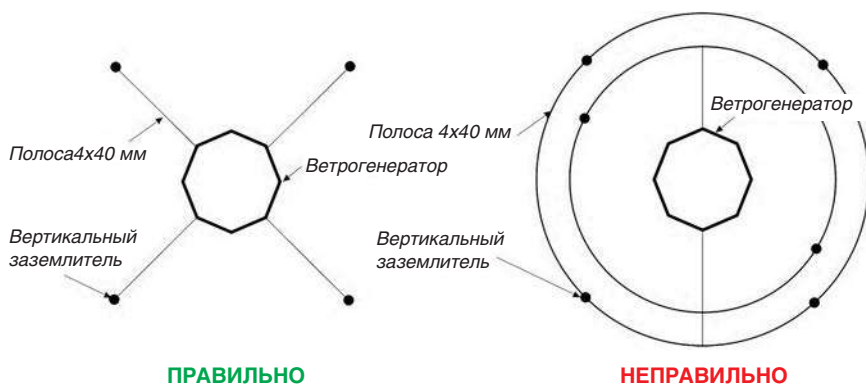


Рис. 2. Заземление ветрогенератора

В данном случае полоса прокладывается по периметру объекта на расстоянии 1 м от ТП, что связано как с выравниванием электрического потенциала, так и с уменьшением шагового потенциала. Расстановка же вертикальных электродов может быть в рамке периметра вокруг корпуса подстанции или на выносном контуре вне ее, что зависит от количества вертикальных заземлителей, определяемого расчетом.

Частыми ошибками при проектировании ТП являются:

- отсутствие замеров удельного сопротивления грунта и геологических изысканий в месте установки ТП;
- слишком частая установка вертикальных заземлителей без корректировки этого в расчете введением поправочных коэффициентов. Необходимо напомнить, что оптимальное расстояние между вертикальными заземлителями составляет 2,2 длины электрода (примерно 2L).

На внутреннем контуре заземления ТП останавливаться не будем, так как в своей массе проблемы при его проектировании уже решены.

Заземление в новостройках и домах, построенных до 1998 года

В новостройках проблемы с заземлением, как правило, отсутствуют, однако в старых домах, построенных до 1998 года, жильцы должны сами осуществлять мероприятия по заземлению квартир. Для того чтобы сделать заземление своими руками необходимо знать какая система заземления применена и используется в доме.

По классификации ПУЭ существует несколько видов систем ЗУ:

TN-S – имеет отдельный провод для заземления и нейтраль, которая заземляется в системе с переменным током;

TN-C – «земля» и «ноль» представлены одним проводом, есть нейтраль. Такая система используется в старых домах;

TT – прямое защитное заземление электрооборудования;

IT – заземление корпуса электрооборудования через сопротивление либо с помощью полной изоляции токоведущих проводников.

Схема подключения заземления в квартире может включать следующую маркировку: PE – «заземление», PEN – рабочий «ноль» и «заземление» в одном проводнике. Еще до монтажа заземления это необходимо выяснить. Если используется система TN-C-S, то в распределительном щитке будет пятижильный кабель – три «фазы», «ноль» и «заземление».

Сейчас люди стали чаще задумываться над вопросом: «Какой провод нужен для заземления и зачем, вообще, делать заземление в квартире (доме)?». Подскажем им!

Выбор провода для монтажа заземления

В первую очередь необходимо выбрать медный провод для заземления. Безопасность электропроводки в целом зависит от того, какой провод для заземления будет использоваться в системе. Сечение провода для заземления в установках с напряжением до 1000 В должно быть не менее 16 мм², а для установки выше 1 кВ – не менее 25 мм². Если токовая нагрузка на проводник не превышает 10 А, сечение провода может составлять 25 мм². Для среднестатистической квартиры, оснащенной современным бытовым оборудованием, для заземления подойдет марка провода ПуГВ с изоляцией желто-зеленого цвета.

Так же можно использовать трехжильный медный провод, например, ПВС 3х1,5, одна жила которого предназначена для заземления (рис. 3). Такой провод часто используется для организации электроснабжения в квартире и выдерживает токовую нагрузку до 16 А. Для жилы с меньшей нагрузкой на сеть (до 10 А) подойдет провод ПВС с тремя жилами (желто-зеленой «землей») и сечением 1,0 мм², а для большей нагрузки (до 25 А) – медный провод ПВС с тремя жилами с сечением 2,5 мм².

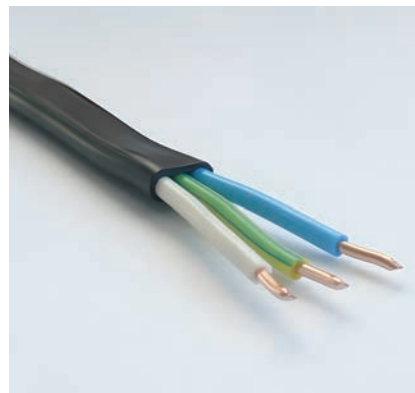


Рис. 3. Трехжильный медный провод ПВС



Требования безопасности к заземлению и распространенная ошибка

Правила предписывают перед началом работ отключить электропитание на объекте!

Распространенная ошибка при монтаже «бытового» заземления – присоединение провода к батарее отопления либо к стояку холодной воды. Требования к защитному заземлению категорически запрещают осуществлять такую операцию, поскольку, прикоснувшись к «заземленной батарее», вполне вероятно получить удар током. Заземление обязательно проводится способом выведения провода (-ов) на клемму заземления в распределительный щиток и правильного подключения.

Подключение провода заземления к распределительному щитку

Выбранный кабель (провод) прокладывается в квартире и выводится к щитку. Если в помещении нет распределительного щитка и устройства защитного отключения (УЗО), то необходимо установить их, желательно в зоне наилучшей доступности (например, внутри квартиры у входной двери). Кабель подключается следующим образом: желто-зеленый провод присоединяется к шине заземления в нижнем правом углу щитка; синий (ноль) – к нулевой шине или, если установлено УЗО, на клемму «N»; коричневый – «фаза» (L) – подключается к клемме «2». После этого необходимо попросить электриков ЖКХ отключить питание на стояке и присоединить провода к щитку на лестничной площадке таким же образом, как и к квартирному щитку.

ПОДВОДЯ ИТОГ СФОРМУЛИРУЕМ НЕКОТОРЫЕ ОСНОВНЫЕ, ВОЗМОЖНО ДАЖЕ КАТЕГОРИЧНЫЕ, РЕКОМЕНДАЦИИ:

- Никогда не приступайте к проектированию контура заземления без произведенных должным образом изысканий. Например, песчаный грунт имеет разность в удельном сопротивлении от 800 до 1500 Ом*м – разница почти двойная.
- Нельзя производить монтаж заземления без измерения сопротивления ЗУ измерительным прибором.
- Не осуществляйте объединение в главном распределительном щите (ГРЩ) нулевого и заземляющего проводников.

Примечание: многих вводит в заблуждение норма в ПУЭ, которой, в принципе, это разрешено – система TN-CS. Однако, если рассуждать логично-практически, «ноль», простыми словами, берется с внешнего контура заземления трансформаторной подстанции и соединяется с нейтралью понижающего трансформатора, затем уходит к конечному потребителю. Заземление ТП, как отмечалось выше, это замкнутый контур. Исходя из этого, на «нуле» вероятнее будет остаточный ток из-за электромагнитной индукции в замкнутых контурах ЗУ. Само заземление не способно в постоянном режиме убрать все остаточные токи. Именно поэтому объединять указанные проводники не рекомендуется.

- Ни в одной электроустановке нельзя использовать «землю» как «ноль». Часто это происходит из-за несоблюдения маркировки проводов. В идеале должно быть так: Коричневый – «фаза», Синий – «ноль», Желто-зеленый – «земля». В действительности даже не все производители кабельной продукции соблюдают именно такую цветовую гамму.
- Категорически нельзя использовать в качестве заземления какую-либо металлическую конструкцию, а также пресловутые «батареи, трубы, ведра...». Во-первых – это не заземление! Во-вторых, заземление проверяется не мультиметром от разницы потенциалов между заземляющим проводником и фазой. То, что прибор показал 220 V, не говорит о заземлении. «Земля» проверяется специальным прибором для измерения сопротивления грунта (земли).
- Рекомендуется избегать применение системы TT без УЗО.
- В системе TN не осуществляйте присоединение заземляющего проводника к PEN проводнику в щите внутри дома (если дом запитан от ВЛ), подключение нулевого рабочего – N и нулевого защитного – PE проводников под один контактный зажим.
- Используйте модули ввода-вывода только с гальванической развязкой.
- В качестве соединительного проводника используйте медный кабель вместо алюминиевого или стального.
- Не применяйте длинных проводов, провод заземления должен быть по возможности прямым и коротким. Если провод заземления не может быть коротким или если по конструктивным соображениям необходимо заземлить две части гальванически связанной системы в разных точках, то эти системы нужно разделить с помощью гальванической развязки.
- Следите, чтобы при монтаже системы заземления случайно не образовался замкнутый контур.
- Цепи, изолированные гальванически, нужно заземлять, чтобы избежать накопления статических зарядов.
- Экспериментируйте и пользуйтесь приборами для оценки качества заземления. Допущенные ошибки не видны сразу.
- Цепи с существенно различающейся мощностью следует заземлять группами, в каждой группе – блоки с примерно равной мощностью.
- Главное – строгое соблюдение требований нормативных документов, предъявляемых к заземлителям, заземляющим проводникам и устройствам.

Специалисты Группы компаний «Бипрон» всегда готовы оказать поддержку и предоставить профессиональные консультации при проектировании и монтаже контура заземления, а также предложить лучшие технические решения и оборудование собственного отечественного производства.



Бипрон™
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОЗАЩИТЫ

ООО «Бипрон»
141591, Московская область,
Солнечногорский р-н,
дер. Бережки, Промзона, стр. 26
тел. (495) 988-19-16
e-mail: sales@bipron.com
www.bipron.com

