

2. Железко, Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: руководство для практических расчетов / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко. – М.: ЭНАС, 2008. – 280 с.
3. Железко, Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: руководство для практических расчетов. – М.: ЭНАС, 2016. – 456 с.
4. РД 34.09.254-86 Инструкция по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений. – М.: СПО «Союзтехэнерго», 1987.
5. Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям. Приказ Минэнерго РФ от 30 декабря 2008 г. № 326. Зарегистрирован в Минюсте РФ 12 февраля 2009 г. № 13314.
6. Стратегия развития электросетевого комплекса Российской Федерации. Утверждена распоряжением Правительства РФ № 511-р от 03.11.2013.
7. Воротницкий, В.Э. Снижение потерь электроэнергии – важнейший путь энергосбережения в электрических сетях // Энергосбережение. – 2014. – № 3. – С. 61-64.

УДК 264.01

А.Г. Ротачева, О.О. Сапожник

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Совершенствование технологии электробезопасности при эксплуатации мобильных зданий и сооружений, обеспечивающее сокращение трудозатрат и сроков выполнения работ, с учетом выполнения безопасного и качественного монтажа.

Ключевые слова: модульные здания, электробезопасность, молниезащита, зануление, устройство защитного отключения, заземление.

IMPROVING THE SAFETY OF USING MOBILE BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

Improving the electrical safety technology of operating mobile buildings and structures, ensuring a reduction in labor costs and work completion dates, taking into account the implementation of safe and high-quality installation.

Key words: modular buildings, electrical safety, lightning protection, vanishing, residual current device, grounding.

Быстровозводимые модульные здания (БМЗ) – относительно новая система модульного строительства малоэтажных жилых домов, а также зданий производственного назначения из блок-модулей. Главное преимущество системы БМЗ – возможность возведения зданий и сооружений в сроки, существенно меньшие, чем это предусмотрено для аналогичных капитальных зданий по правилам продолжительности строительства. Модульные быстровозводимые здания не рассчитаны на длительнейшую транспортировку и разборку, а срок их службы может быть аналогичен сроку службы капитального здания, поэтому такие сооружения являются в мировой практике самыми популярными и востребованными.

Однако развитие строительства БМЗ затруднено из-за недостаточной изученности проблемы повышения электробезопасности, качества возведения и эксплуатации модульных зданий. Внедрение новых технологий строительства требует выполнения условий сертификации и ставит задачи повышения качества технологического состояния каждого здания. Поэтому вопрос повышения безопасности эксплуатации мобильных зданий и сооружений в настоящее время является актуальным.

Для повышения электробезопасности здание типа БМЗ должно быть обеспечено: системой заземления; системой зануления; системой молниезащиты; наличием устройства защитного отключения (УЗО) в цепях питания систем.

Для быстровозводимых модульных зданий целесообразно использовать два вида систем электроснабжения – типа ТТ и TN-S (рис. 1).

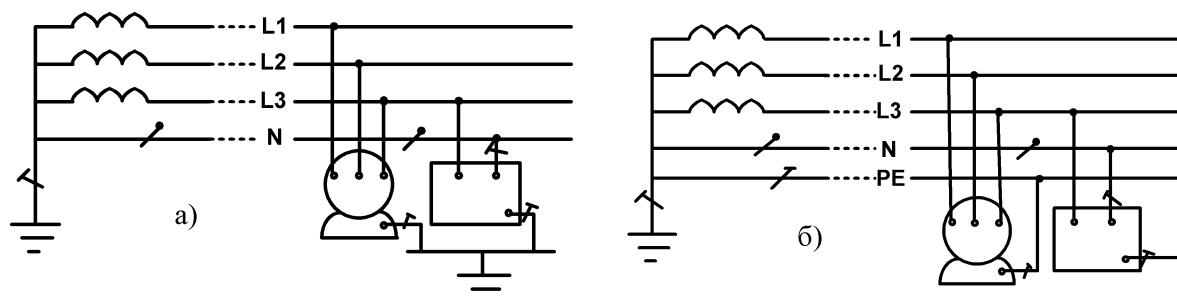


Рис. 1. Разновидности схем заземления мобильных зданий и сооружений:
а) система ТТ; б) система TN-S.

Принято считать, что система ТТ обеспечивает более высокий уровень надежности, чем система TN-S. Однако необходимо учесть, что при строительстве БМЗ из металла обязательно наличие устройства защитного отключения (УЗО), а сеть ТТ обеспечит более высокий уровень безопасности при наименьших затратах в совокупности с УЗО, чем сеть TN-S.

Электробезопасность конструкции необходимо обеспечивать системой электротехнических мероприятий, которые непременно должны включать устройства защитного отключения (УЗО) как в месте присоединения наружной электропроводки, так и внутри здания. Двойную изоляцию металлического корпуса и каркаса сооружения обеспечивает повторное заземление нулевого рабочего проводника в сети ТТ (нулевого проводника – для сети TN-S) в месте присоединения наружной электропроводки к питающей сети, а также заземление для сети ТТ (зануление – для сети TN-S).

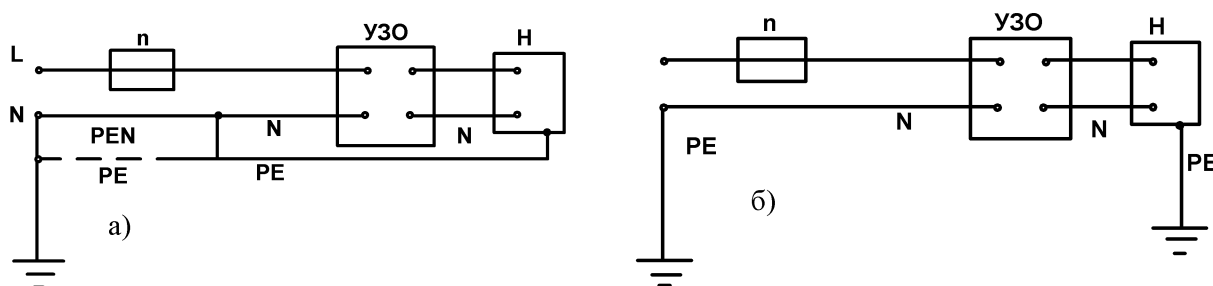


Рис. 2. Схемы включения УЗО: а) сеть типа TN-S; б) сеть типа ТТ.

Повторное заземление нулевого рабочего проводника для сети ТТ или нулевого защитного проводника для сети TN-S обязательно должно быть выполнено в месте присоединения наружной электропроводки питающей электрической сети до УЗО, чтобы исключить атмосферные перенапряжения, которые могут вывести из работы устройства защитного отключения (УЗО) и стать причиной пробоя изоляции проводов. В этом случае в первую очередь следует использовать естественные или искусственные заземлители, а при их отсутствии предусмотрен искусственный заземлитель. Сопротивление не должно превышать 30 Ом для повторного заземления нулевого рабочего или защитного проводника.

Система ТТ – защитное заземление электроприемников в сети с глухозаземленной нейтралью – не обеспечивает требуемого уровня электробезопасности, поэтому запрещена ПУЭ. Если система ТТ используется с устройством защитного отключения (УЗО), то рекомендуется ГОСТ Р 50669-64 в качестве основной системы для питания сооружения типа БМЗ.

В системе ТТ нет недостатков, характерных для системы TN: повышен расход проводов и вынос потенциала на все зануленное оборудование в случае замыкания на корпус в любом из электроприемников или в случае обрыва PEN-проводника. Заземление электроприемников в системе ТТ с УЗО не является основной защитой от косвенных прикосновений, а только обеспечивает срабатывание УЗО. Заземлитель электроприемников может иметь значительное сопротивление, поскольку для УЗО характерна высокая чувствительность (срабатывает от токов измеряемых, в миллиамперах).

В ряде случаев разрешается не выполнять повторного заземления нулевого рабочего или защитного проводника, на участке присоединения наружной электропроводки к питающей сети, если сеть выполнена проложенным кабелем в земле или является воздушной, а также имеющей хотя бы одно поворотное заземление.

Заземление металлического каркаса или корпуса здания следует выполнять при помощи сооружения вблизи каждого здания заземляющего устройства, в самый неблагоприятный сезон сопротивление не должно превышать:

$$R = 12 / (1,4I_y), \quad (1)$$

где 12 – значение напряжения прикосновения, В; I_y – уставка УЗО по току утечки, А.

Для одиночного глубинного заземлителя расчет сопротивления заземления производится на основе модульного заземления как расчет простого вертикального заземлителя из металлического стержня, диаметр которого равен 14 мм.

Вертикальное одиночное заземление рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln\left(\frac{2L}{d}\right) + 0,5 \ln\left(\frac{4T + L}{4T - L}\right) \right], \quad (2)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта Ом · м; T – заглубление заземлителя, м; L – длина заземлителя, м; d – диаметр заземлителя, м; π – математическая константа.

Все открытые проводящие части стационарного электрооборудования внутри здания должны быть соединены:

заземляющими проводниками с заземляющим устройством – для сети ТТ;

защитными нулевыми проводниками с зануленным металлическим корпусом или каркасом сооружения – для сети TN-S.

В быстровозводимых модульных зданиях (БМЗ), оборудованных электроустановками свыше 42 В, должно быть выполнено зануление.

Следует занулить все металлические нетоковедущие части электрооборудования и электрической сети при помощи металлической связи с нулевой шиной вводного устройства.

В ряде случаев шина соединяется с глухозаземленной частью источника питания. Несущие металлоконструкции, металлические здания и трубопроводы также должны иметь металлическую связь с нулевой шиной для выравнивания электрических потенциалов.

В качестве нулевых защитных проводов следует использовать нулевые рабочие проводники. При занулении металлических корпусов технологического оборудования производств с мокрым технологическим процессом, а также электрооборудования и нагревательного оборудования предприятий должен быть проложен отдельный провод с сечением, равным сечению фазного провода, от распределительного устройства до нулевой шины.

В качестве системы молниезащиты БМЗ следует использовать молнеприемную сетку, которую устанавливают на кровле. Сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром 8 мм², с шагом не более 10 м. Монтаж – только на месте установки БМЗ.

Скорость возведения зданий, которая не зависит от климатических условий и времени года, – главное достоинство системы БМЗ. С появлением новых систем возрастают требования к качеству и техническому состоянию каждого здания. Соблюдение всех требований возможно только с применением современных технических средств, контрольно-измерительной аппаратуры и программно-измерительных систем. Новые системы сооружения зданий по модульной технологии постепенно вытесняют устаревшие способы капитального строительства. Возможно, альтернативный вид сооружения зданий – такой, как БМЗ, полностью заменит традиционные методы строительства.

Таким образом, рассмотренные современные технологии повышения электробезопасности при эксплуатации быстровозводимых мобильных зданий вполне оправдывают себя. Однако рекомендации по заземлению, занулению и молниезащите быстровозводимых мобильных зданий имеют немаловажное значение.

1. Качалов, А.Г. Основы электробезопасности. Методические материалы для работников охраны труда и ответственных за электрохозяйство / А.Г. Качалов, В.В. Наумов – Изд. 2-е, перераб и доп. – СПб.: Изд-во УПЦ «Талант», 2016. – С. 35.

2. ГОСТ 30339-95. Электроснабжение и электробезопасность мобильных (инвентарных) зданий из металла или с металлическим каркасом для уличной торговли и бытового обслуживания населения. Технические требования (аутентичен ГОСТ Р 50669-94) (с поправкой).

3. Левадный, В.С. Строительство каркасного дома / В.С. Левадный, В.С. Самойлов. – М.: Аделант, 2016. – 352 с.

4. Зимин, С.С. Строительство быстровозводимых зданий и сооружений / С.С. Зимин, А.Н. Мушинский // Строительство уникальных зданий и сооружений. – СПбГУ. – 2015. – № 4.

УДК 62.974

В.Л. Русинов, В.И. Усенко, Р.А. Валуй

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ TEC1-12706

В статье рассматриваются конструкция и термоэлектрические характеристики модуля на элементах Пельтье – TEC1-12706. Приводятся графические характеристики и пример расчета необходимых тока и напряжения для заданных холодопроизводительности и температуры холодной стороны термоэлектрического модуля.

Ключевые слова: элемент Пельтье, термоэлектрический модуль, тепло, холод, температура, металлокерамика, ток, напряжение, холодопроизводительность, полупроводник.

THERMOELECTRIC MODULE TEC1-12706

The article deals with the design and thermoelectric characteristics of the module on Peltier – TEC1-12706 elements. The graphic characteristics and an example