

131 Требования ПУЭ к заземлению электроустановок

Рассмотрим требования действующих Правил устройства электроустановок 7 издания (ПУЭ-7) применительно к электроустановкам напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью. Выдержки из главы 1.7. Заземление и защитные меры электробезопасности приведены в сокращённом виде.;

1.7.3. Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения:

- **система TN** - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземлённой нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;
- **система TN - С** - старая система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем её протяжении (рис. 1);

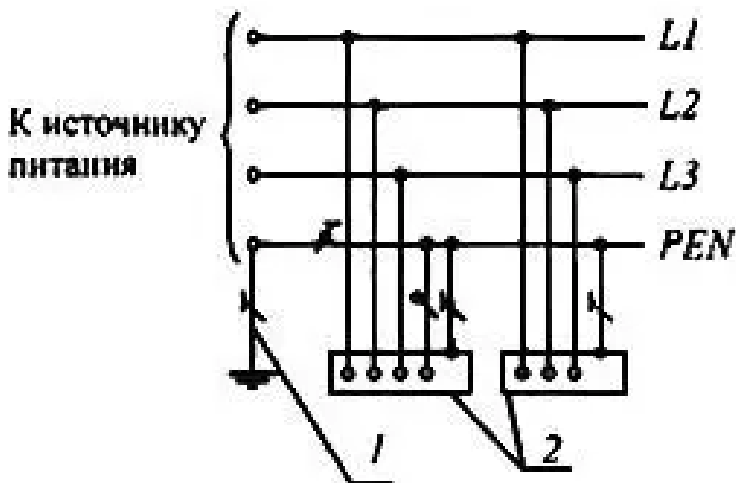


Рис. 1. Старая система TN - С переменного тока.

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике:

- 1 - заземлитель нейтрали источника питания;
- 2 - открытые проводящие части;

- **система TN - S** – новая система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем её протяжении (рис. 2)

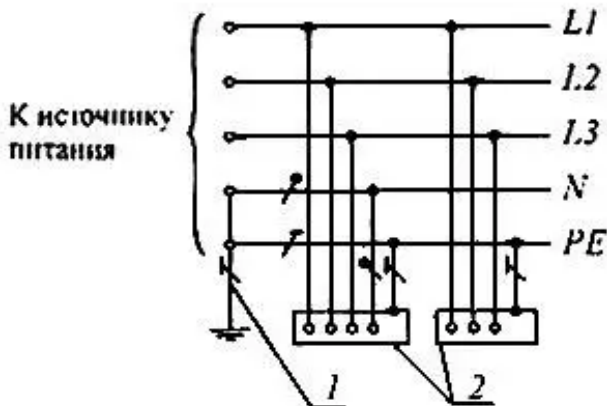


Рис. 2. Новая система TN - S переменного тока.

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены:

- 1 - заземлитель нейтрали источника переменного тока;
- 2 - открытые проводящие части;
- **система TN – C - S** – переходная система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то её части, начиная от источника питания (рис.3);

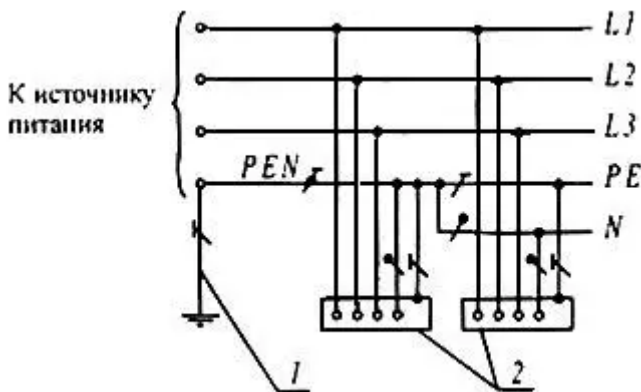


Рис.3. Переходная система TN – C - S переменного тока.

Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике в части системы:

- 1 - заземлитель нейтрали источника переменного тока;
- 2 - открытые проводящие части;

Последующие после TN буквы - совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

- S - нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;
- C - функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник);
- N - - нулевой рабочий (нейтральный) проводник;
- PE - - защитный проводник (заземляющий проводник, нулевой защитный проводник, защитный проводник системы уравнивания потенциалов);
- PEN - - совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводники.

1.7.15. Заземлитель - проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землёй непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

1.7.16. Искусственный заземлитель - заземлитель, специально выполняемый для целей заземления.

1.7.17. Естественный заземлитель - сторонняя проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землёй непосредственно или через промежуточную проводящую среду, используемая для целей заземления.

1.7.18. Заземляющий проводник - проводник, соединяющий заземляемую часть (точку) с заземлителем.

1.7.19. Заземляющее устройство - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

1.7.26. Сопротивление заземляющего устройства - отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

1.7.37. Главная заземляющая шина - шина, являющаяся частью заземляющего устройства электроустановки до 1 кВ и предназначенная для присоединения нескольких проводников с целью заземления и уравнивания потенциалов.

1.7.54. Для заземления электроустановок могут быть использованы искусственные и естественные заземлители. Если при использовании естественных заземлителей сопротивление заземляющих устройств или напряжение прикосновения имеет допустимое значение, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на заземляющем устройстве и допустимые плотности токов в естественных заземлителях, выполнение искусственных заземлителей в электроустановках до 1 кВ не обязательно. Использование естественных заземлителей в качестве элементов заземляющих устройств не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

1.7.101 (сокр). Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генератора или трансформатора или выводы источника однофазного тока, в любое время года должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трёхфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока. Это сопротивление должно быть обеспечено с учетом использования естественных заземлителей, а также заземлителей повторных заземлений PEN- или PE-проводника ВЛ напряжением до 1 кВ при количестве отходящих линий не менее двух.

При удельном сопротивлении земли $\rho > 100$ Ом·м допускается увеличивать указанные нормы в 0,01 раз, но не более десятикратного.

1.7.102 (сокр). На концах ВЛ или ответвлений от них длиной более 200 м, а также на вводах ВЛ к электроустановкам, в которых в качестве защитной меры при косвенном прикосновении применено автоматическое отключение питания, должны быть выполнены повторные заземления PEN-проводника. При этом в первую очередь следует использовать естественные заземлители, например, подземные части опор, а также заземляющие устройства, предназначенные для грозовых перенапряжений (см. гл.2.4).

1.7.103 (сокр). Общее сопротивление растеканию заземлителей (в том числе естественных) всех повторных заземлений PEN - проводника каждой ВЛ в любое время года должно быть не более 5, 10 и 20 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В источника трёхфазного тока или 380, 220 и 127 В источника однофазного тока. При этом сопротивление растеканию заземлителя каждого из повторных заземлений должно быть не более 15, 30 и 60 Ом соответственно при тех же напряжениях.

1.7.109. В качестве естественных заземлителей могут быть использованы:

1. металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землёй, в том числе железобетонные фундаменты зданий и сооружений, имеющие защитные гидроизоляционные покрытия в неагрессивных, слабоагрессивных и среднеагрессивных средах;
2. металлические трубы водопровода, проложенные в земле;
3. обсадные трубы буровых скважин;
4. металлические шпунты гидротехнических сооружений, водоводы, закладные части затворов и т.п.;
5. рельсовые пути магистральных неэлектрифицированных и железных дорог и подъездные пути при наличии преднамеренного устройства перемычек между рельсами;
6. другие находящиеся в земле металлические конструкции сооружений;
7. металлические оболочки бронированных кабелей, проложенных в земле. Оболочки кабелей могут служить единственными заземлителями при количестве кабелей не менее двух. Алюминиевые оболочки кабелей использовать в качестве заземлителей не допускается.

1.7.110. Не допускается использовать в качестве заземлителей трубопроводы горючих жидкостей, горючих или взрывоопасных газов и смесей и трубопроводов канализации и центрального отопления. Указанные ограничения не исключают необходимости присоединения таких трубопроводов к заземляющему устройству с целью уравнивания потенциалов в соответствии с 1.7.82.

Не следует использовать в качестве заземлителей железобетонные конструкции зданий и сооружений с предварительно напряжённой арматурой, однако это ограничение не распространяется на опоры ВЛ и опорные конструкции ОРУ.

Возможность использования естественных заземлителей по условию плотности протекающих по ним токов, необходимость сварки арматурных стержней железобетонных фундаментов и конструкций, приварки анкерных болтов стальных колонн к арматурным стержням железобетонных фундаментов, а также возможность пользования фундаментами в сильноагрессивных средах должны быть определены расчётом.

1.7.111. Искусственные заземлители могут быть из чёрной или оцинкованной стали или медными.

Искусственные заземлители не должны иметь окраски.

Материал и наименьшие размеры заземлителей должны соответствовать приведенным в табл.1.7.4.

1.7.113. Сечения заземляющих проводников в электроустановках напряжением до 1 кВ должны соответствовать требованиям 1.7.126 к защитным проводникам.

Наименьшие сечения заземляющих проводников, проложенных в земле, должны соответствовать приведенным в табл. 1.7.4.

Прокладка в земле алюминиевых неизолированных проводников не допускается.

1.7.117. Заземляющий проводник, присоединяющий заземлитель рабочего (функционального) заземления к главной заземляющей шине в электроустановках напряжением до 1 кВ, должен иметь сечение не менее: медный - 10 мм², алюминиевый - 16 мм², стальной - 75 мм².

1.7.119 (сокр). Главная заземляющая шина должна быть, как правило, медной. Допускается применение главной заземляющей шины из стали. Применение алюминиевых шин не допускается.

1.7.121. В качестве РЕ-проводников в электроустановках напряжением до 1 кВ могут использоваться:

1) специально предусмотренные проводники:

- жилы многожильных кабелей;
- изолированные или неизолированные провода в общей оболочке с фазными проводами;
- стационарно проложенные изолированные или неизолированные проводники;

2) открытые проводящие части электроустановок:

- алюминиевые оболочки кабелей;
- стальные трубы электропроводок;

- металлические оболочки и опорные конструкции шинопроводов и комплектных устройств заводского изготовления.

Металлические короба и лотки электропроводок можно использовать в качестве защитных проводников при условии, что конструкцией коробов и лотков предусмотрено такое использование, о чём имеется указание в документации изготовителя, а их расположение исключает возможность механического повреждения;

3) некоторые сторонние проводящие части:

- металлические строительные конструкции зданий и сооружений (фермы, колонны и т.п.);
- арматура железобетонных строительных конструкций зданий при условии выполнения требований 1.7.122;
- металлические конструкции производственного назначения (подкрановые рельсы, галереи, площадки, шахты лифтов, подъемников, элеваторов, обрамления каналов и т.п.).

1.7.123. Не допускается использовать в качестве РЕ-проводников:

- металлические оболочки изоляционных трубок и трубчатых проводов, несущие тросы при тросовой электропроводке, металлорукава, а также свинцовые оболочки проводов и кабелей;
- трубопроводы газоснабжения и другие трубопроводы горючих и взрывоопасных веществ и смесей, трубы канализации и центрального отопления;
- водопроводные трубы при наличии в них изолирующих вставок.

1.7.126. Наименьшие площади поперечного сечения защитных проводников должны соответствовать табл.1.7.5.

1.7.134. Специально предусмотренные PEN-проводники должны соответствовать требованиям 1.7.126 к сечению защитных проводников, а также требованиям гл.2.1 к нулевому рабочему проводнику.

Дополнение – буквенные и цветовые обозначения

Проводники защитного заземления во всех электроустановках, а также нулевые защитные проводники в электроустановках напряжением до 1 кВ с глухозаземлённой нейтралью, в том числе шины, должны иметь буквенное обозначение РЕ и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) жёлтого и зелёного цветов. Нулевые рабочие (нейтральные) проводники обозначаются буквой N и голубым цветом. Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники должны иметь буквенное обозначение PEN и цветовое обозначение: голубой цвет по всей длине и жёлто-зелёные полосы на концах.