ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

ИНСТРУКЦИЯ

ПО УСТРОЙСТВУ СЕТЕЙ ЗАЗЕМЛЕНИЯ И ЗАНУЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

СН 102-76

Заменен СН и П 3.05.06-85 с 01.07.86
Лист № 215 от 11.12.85
ВСТ 3-86 с. 10-11

МОСКВА — 1977

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

ИНСТРУКЦИЯ

ПО УСТРОЙСТВУ СЕТЕЙ ЗАЗЕМЛЕНИЯ И ЗАНУЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

СН 102-76

Внесена в контр. экз. поправка — БСТ №3, 1978 г. с. 37

Утверждена
постановлением Государственного комитета
Совета Министров СССР
по делам строительства
от 10 декабря 1976 г. № 203

Изм. и доп., БСТ №7, 1978 г. с. 19-20.

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1977

УДК 621.313/.316

Инструкция разработана Всесоюзным научно-исследовательским и проектным институтом ВНИИПЭМ Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР.

С введением в действие настоящей Инструкции утрачивают силу «Инструкция по выполнению сетей заземления в электроустановках» (СН 102-65*) и «Инструкция по заземлению передвижных строительных механизмов и электрифицированного инструмента» (СН 38-58), 2-е издание исправленное.

Редакторы — инж. *Б. А. Соколов* (Госстрой СССР), канд. техн. наук *В. А. Антонов*, инж. *Л. К. Коновалова* (ВНИИПЭМ Минмонтажспецстроя СССР).

И $\frac{30213-514}{047(01)-77}$ Инструкт.-нормат., — 11 вып. — 13—77

© Стройиздат, 1977

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы	СН 102-76
	Инструкция по устройству сетей заземления и зануления в электроустановках	Взамен СН 102-65* и СН 38-58

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Требования настоящей Инструкции должны выполняться при производстве работ по устройству сетей заземления и зануления в электроустановках как переменного, так и постоянного тока, за исключением подземных электроустановок предприятий угольной и горнорудной промышленности, электрифицированного транспорта, медицинских и других специальных электроустановок.

1.2. При устройстве сетей заземления и зануления должны выполняться требования, предусмотренные главой СНиП по производству и приемке работ по монтажу электротехнических устройств и Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

1.3. Для выполнения работ по устройству заземления и зануления в электроустановках монтажной организации должна быть передана проектная документация в объеме, установленном Инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства и Инструкцией о составе и оформлении электротехнических рабочих чертежей зданий и сооружений.

1.4. Заземление или зануление электроустановок следует выполнять:

при напряжении переменного тока 380 В и выше и постоянного тока 440 В и выше — во всех электроустановках;

Внесена Министерством монтажных и специальных строительных работ СССР	Утверждена постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 10 декабря 1976 г. № 203	Срок введения в действие 1 июля 1977 г.

при номинальных напряжениях переменного тока выше 42 В и постоянного тока выше 110 В — только в электроустановках, размещаемых в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных, а также в наружных установках;

во взрывоопасных установках — при любом напряжении переменного и постоянного тока.

1.5. При напряжении до 1000 В в электроустановках с глухозаземленной нейтралью или глухозаземленным выводом источника однофазного тока, а также с глухозаземленной средней точкой постоянного тока должно быть выполнено зануление. Применение в таких электроустановках заземления корпусов электроприемников без их зануления запрещается.

1.6. В электроустановках с изолированной нейтралью должно быть выполнено заземление и предусмотрена возможность выявления и быстрого нахождения замыканий на землю. Защита от замыкания на землю должна устанавливаться с действием на отключение (по всей электрически связанной сети) в случаях, когда это необходимо по условиям безопасности (например, на линиях, питающих передвижные подстанции и механизмы). Применение зануления в электроустановках с изолированной нейтралью не допускается.

1.7. К частям, подлежащим заземлению или занулению, относятся:

а) корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, светильников и т. п.;

б) приводы электрических аппаратов;

в) вторичные обмотки измерительных трансформаторов, если отсутствуют особые указания в проекте;

г) каркасы распределительных щитов, щитов управления, щитков и шкафов, а также съемные или открывающиеся части конструкций, если на последних установлено электрооборудование напряжением переменного тока выше 42 В или постоянного тока выше 110 В;

д) металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные конструкции, металлические кабельные соединительные муфты, металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей, металлические оболочки проводов, стальные трубы электропроводки, корпуса шинопроводов, лотки, короба, тросы и стальные полосы, на которых укреплены кабели и провода (кроме тросов и полос, по которым проложены

кабели с заземленной или зануленной металлической оболочкой или броней), а также другие металлические конструкции, связанные с установкой электрооборудования; металлические оболочки и броня кабелей должны быть заземлены или занулены в начале и в конце трассы;

е) металлические оболочки и броня контрольных и силовых кабелей и проводов напряжением переменного тока до 42 В и постоянного тока до 110 В, проложенных на общих металлических конструкциях, в том числе в общих трубах, коробах, лотках и т. п., вместе с кабелями и проводами, металлические оболочки и броня которых подлежат заземлению и занулению;

ж) электрооборудование, установленное на опорах воздушных линий (разъединители, предохранители, конденсаторы и т. п.);

з) металлические корпуса передвижных и переносных электроприемников;

и) электрооборудование, размещенное на движущихся частях станков, машин и механизмов.

1.8. Допускается не выполнять преднамеренного заземления или зануления:

а) корпусов электрооборудования, аппаратов и электромонтажных конструкций, установленных на заземленных (зануленных) металлических конструкциях распределительных устройств, щитах, шкафах, щитках, станинах станков, машин и механизмов, при условии обеспечения надежного электрического контакта с заземленными или зануленными основаниями;

б) конструкций, перечисленных в подпункте «д» п. 1.7, при условии надежного электрического контакта между этими конструкциями и установленным на них заземленным или зануленным электрооборудованием.

Указанные конструкции не могут быть использованы для заземления или зануления установленного на них другого электрооборудования;

в) арматуры изоляторов всех типов, оттяжек, кронштейнов и осветительной арматуры при установке их на деревянных опорах воздушных линий электропередачи и на деревянных конструкциях открытых подстанций, если заземление не требуется по условиям защиты от атмосферных перенапряжений.

В случаях прокладки по деревянной опоре кабеля с металлической заземленной оболочкой или неизолированного заземляющего проводника, перечисленные части,

расположенные на этой опоре, должны быть заземлены (занулены);

г) съемных или открывающихся частей металлических каркасов камер распределительных устройств, шкафов, ограждений и т. д., если на съемных или открывающихся частях не установлено электрооборудование или напряжение установленного электрооборудования не превышает 42 В переменного тока или 110 В постоянного тока.

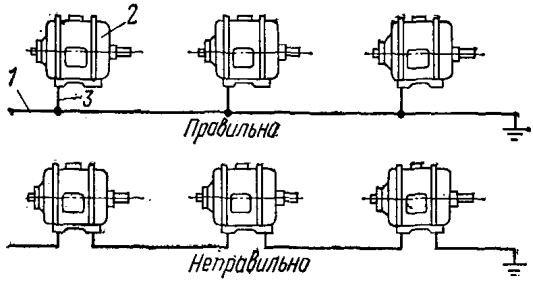


Рис. 1. Присоединение частей электроустановки к сети заземления (зануления)

1 — магистраль заземления; *2* — заземляемая часть электроустановки; *3* — ответвление к магистрали заземления (зануления)

1.9. Каждая часть электроустановки, подлежащая заземлению или занулению, должна быть присоединена к сети заземления или зануления при помощи отдельного ответвления (рис. 1). Последовательное включение в заземляющий или нулевой защитный проводник заземляемых (зануляемых) частей электроустановки запрещается.

1.10. Разрешается последовательное включение нескольких стационарных металлических конструкций (рельсовых путей, обрамлений каналов, строительных ферм и колонн и т. п.), используемых в качестве заземляющих (нулевых защитных) проводников или магистралей заземления (зануления).

1.11. Под один заземляющий болт на магистрали заземления (зануления) разрешается присоединять только один проводник.

Допускается присоединение двух заземляющих (нулевых защитных) проводников при помощи одного штыревого контакта. В этом случае штырь должен быть закреплен на магистрали с обеих сторон гайками, а подсоединяемые заземляющие (нулевые защитные) проводники — закреплены гайками на противоположных концах штыря.

Допускается под один заземляющий болт (штырь) на магистрали заземления присоединять два заземляющих проводника разных кабельных линий.

1.12. Заземлению или занулению не подлежат:

а) корпуса электроприемников с двойной изоляцией, а также корпуса электроприемников, подключаемых к сети через разделительный трансформатор;

б) рельсовые пути (кроме крановых), выходящие за территорию электростанций, подстанций, распределительных устройств и промышленных предприятий.

1.13. В электроустановках, в которых требуется заземление или зануление электрооборудования, допускается не заземлять (не занулять) металлические скобы, закрепы, обоймы и отрезки металлических труб для проходов через стены и тому подобные элементы открытой прокладки по строительным конструкциям бронированных и небронированных кабелей, а также изолированных проводов.

2. ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ И НУЛЕВЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПРОВОДНИКИ

2.1. В качестве заземляющих и нулевых защитных проводников должны в первую очередь использоваться нулевые рабочие проводники (исключение см. раздел 11).

В качестве заземляющих и нулевых защитных проводников могут быть использованы:

а) специально предусмотренные для этой цели проводники;

б) металлические конструкции зданий (фермы, колонны и т. п.);

в) металлические конструкции производственного назначения (подкрановые пути, каркасы распределительных устройств, галереи, площадки, шахты лифтов, подъемников, элеваторов, обрамление каналов и т. п.);

г) стальные трубы электропроводок;

д) алюминиевые оболочки кабелей;

е) металлические кожухи шинопроводов, металлические короба и лотки электропроводок;

ж) металлические стационарные открыто проложенные трубопроводы любого назначения, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных веществ и смесей, канализации и центрального отопления.

Приведенные в подпунктах «а» — «ж» проводники могут служить единственными заземляющими или нулевыми защитными проводниками, если они по проводимости удовлетворяют требованиям Правил устройства электроустановок и если обеспечена непрерывность электрической цепи. Заземляющие и нулевые защитные проводники должны быть защищены от коррозии.

2.2. Использование металлических оболочек трубчатых проводов, несущих тросов (при тросовой электропроводке), металлических оболочек изоляционных трубок, металлорукавов, а также брони и свинцовых оболочек проводов и кабелей в качестве заземляющих или нулевых защитных проводников запрещается. В помещениях и в наружных установках, в которых требуется применение заземления, эти оболочки должны быть заземлены или занулены и иметь надежные соединения на всем протяжении; металлические соединительные муфты и коробки должны присоединяться к броне и к металлическим оболочкам пайкой или болтовыми соединениями.

2.3. Заземляющие проводники, прокладываемые к заземлителю в грунте, следует выполнять из круглой стали.

2.4. Заземляющие и нулевые защитные проводники в установках напряжением до 1000 В должны иметь размеры не менее приведенных в табл. 1.

2.5. В электроустановках напряжением до и выше 1000 В с изолированной нейтралью проводимость заземляющих проводников должна составлять не менее $^1/_3$ проводимости фазных проводников, а сечение — не менее приведенных в табл. 1. Не требуется применения медных проводников сечением более 25 мм^2, алюминиевых — 35 мм^2 и стальных — 120 мм^2.

В производственных помещениях с электроустановками напряжением выше 1000 В магистрали заземления из стальной полосы должны иметь сечения не менее 120 мм^2, а напряжением до 1000 В — не менее 100 мм^2.

В указанных выше случаях допускается применение круглой стали той же проводимости.

2.6. В электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью нулевые защитные проводники, в целях уменьшения индуктивного сопротивления цепи «фаза — нуль», следует прокладывать совместно или в непосредственной близости с фазными.

Таблица 1

Наименование	Сечение, мм²	Диаметр, мм	Толщина, мм
Неизолированные проводники:			
медные	4	—	—
алюминиевые	6	—	—
стальные:			
в зданиях	—	5	—
в наружных установках	—	6	—
в земле	—	10	—
Изолированные провода:			
медные	1,5*	—	—
алюминиевые	2,5	—	—
Заземляющие и нулевые жилы кабелей и многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами:			
медные	1	—	—
алюминиевые	2,5	—	—
Угловая сталь:			
в зданиях	—	—	2
в наружных установках	—	—	2,5
в земле	—	—	4
Полосовая сталь:			
в зданиях	24	—	3
в наружных установках	48	—	4
в земле	48	—	4
Водогазопроводные трубы:			
в зданиях	—	—	2,5
в наружных установках	—	—	2,5
в земле	—	—	3,5
Тонкостенные трубы:			
в зданиях	—	—	1,5
в наружных установках	—	—	2,5
в земле	—	—	Не допускается

* При прокладке проводов в трубах допускается сечение нулевых защитных проводников (медных) принимать равным 1 мм², если фазные проводники имеют то же сечение.

2.7. Использование металлоконструкций зданий, сооружений, трубопроводов и оборудования в качестве нулевого рабочего проводника запрещается.

2.8. Магистрали заземления или зануления и ответвления от них в закрытых помещениях и в наружных электроустановках должны быть доступны для осмотра.

Требование о доступности для осмотра не распространяется на нулевые жилы и оболочки кабелей, а так-

же на заземляющие и нулевые защитные проводники, проложенные в трубах и в коробах.

Ответвления от магистралей к электроприемникам напряжением до 1000 В допускается прокладывать скрыто непосредственно в стене, под чистым полом и т. п., предварительно защищая их от воздействия агрессивных сред. Такие ответвления не должны иметь соединений на участке скрытой прокладки.

В наружных установках заземляющие и нулевые защитные проводники допускается прокладывать в земле, в полу или по краю площадок, фундаментов технологических установок и т. п.

Использование неизолированных алюминиевых проводников для прокладки в земле в качестве заземляющих или нулевых защитных проводников запрещается.

2.9. В сетях с изолированной нейтралью для заземления электроприемников во всех случаях должен прокладываться специальный заземляющий проводник.

2.10. Открыто проложенные заземляющие и нулевые защитные проводники должны иметь отличительную окраску: по зеленому фону желтые полосы шириной 15 мм на расстоянии 150 мм друг от друга.

2.11. Металлорукава гибких вводов должны быть заземлены (занулены).

Заземление (зануление) металлорукава гибкого ввода осуществляется путем подключения одного конца к стальной трубе электропроводки, а второго — к вводному устройству электрооборудования. При этом в случае, если труба используется в качестве единственного заземляющего (нулевого защитного) проводника, она должна быть соединена с корпусом перемычкой. В случае, если для заземления (зануления) используется специальная жила кабеля, перемычка не требуется.

2.12. С целью выравнивания потенциала во всех помещениях и наружных установках, где применяется заземление или зануление, строительные металлические конструкции, стационарно проложенные металлические трубопроводы всех назначений, металлические корпуса технологического оборудования и т. п. должны быть присоединены к сети заземления или зануления. При этом естественные металлические контакты в сочленениях являются достаточными.

2.13. При использовании металлических конструкций

строительного или производственного назначения в качестве заземляющих и нулевых защитных проводников должна быть обеспечена непрерывность электрической цепи.

В тех местах, где отсутствует металлический контакт между элементами конструкций, соединение между ними должно осуществляться гибкими перемычками из стального троса (рис. 2).

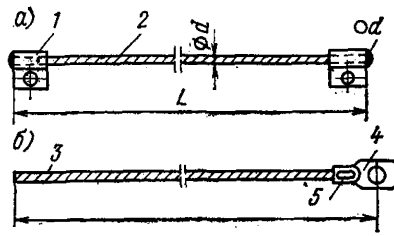


Рис. 2. Заземляющие перемычки

а — для электрооборудования, стальных труб и т. п.; *б* — для металлических оболочек кабелей; *1* — флажок (сталь тонколистовая, толщина 1,6 мм); *2* — трос стальной (диаметр 6,1 и 8,1 мм, длина 300—1200 мм); *3* — провод медный (гибкий) — сечение 6—25 мм², длина 300—500 мм); *4* — наконечник кабельный; *5* — место опрессовки; *od* — обозначения сварных швов (даны в соответствии с ГОСТ 2.312—68 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений»)

В местах сварных, болтовых и заклепочных соединений металлических строительных конструкций устанавливать гибкие перемычки не требуется.

2.14. На перемычках между конструкциями, а также в местах присоединения и ответвления от них должно быть нанесено не менее двух полос желтого цвета шириной 15 мм на расстоянии 150 мм одна от другой по зеленому фону.

2.15. При использовании стальных труб электропроводки в качестве заземляющих проводников их следует соединять муфтами с контргайками (соединение со сгоном рис. 3, *а*). При этом муфта навертывается на конец трубы с короткой резьбой до конца резьбы, а контргайка устанавливается со стороны длинной резьбы. При соединении без сгона (рис. 3, *б*) муфта навертывается на конец одной трубы с короткой резьбой до упора, затем в муфту ввертывается до упора вторая труба с короткой резьбой.

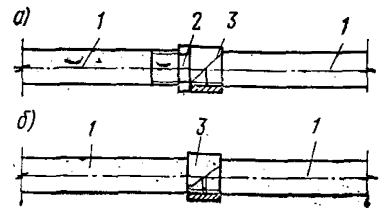


Рис. 3. Использование стальных труб в качестве заземляющих проводников

а — соединение со сгоном (муфтой и контргайкой); *б* — соединение без сгона (муфтой); *1* — труба; *2* — контргайка; *3* — муфта

Соединения стальных труб при скрытой прокладке и прокладке в монолитных бетонных и железобетонных конструкциях, а также при прокладке открыто в сырых, особо сырых помещениях, в помещениях, содержащих пары или газы, вредно действующие на изоляцию проводов, в местах, где возможно попадание в трубы масла, воды и эмульсии, в пыльных помещениях и в наружных электроустановках, должны быть выполнены муфтами на резьбе с уплотнением мест соединения. Уплотнение выполняется с подмоткой пенькового волокна, пропитанного разведенным на олифе суриком, фторлоновой уплотнительной лентой ФУМ или другими материалами, не нарушающими непрерывность электрической цепи.

Длина резьбы должна соответствовать виду соединения и выбираться по табл. 2. Каждая труба в соединении должна иметь не менее пяти полных неповрежденных ниток резьбы, обеспечивающих нормальное навертывание соединительных муфт и коробок.

Таблица 2

Условный проход, мм	Длина резьбы, мм		Условный проход, мм	Длина резьбы, мм	
	длинная	короткая		длинная	короткая
20	54	16	50	86	24
25	62	18	70	98	27
32	68	20	80	106	30
40	75	22			

Длинная резьба на трубах должна выполняться с одного конца в местах подвода к оборудованию, в местах вставок, во всех случаях, когда трубу нельзя вращать.

2.16. Соединение труб электропроводки с корпусами коробок, ящиков и т. п. должно выполняться:

а) присоединением перемычки от флажка, приваренного к трубе, к заземляющему болту на корпусе аппарата, панели, щитка и т. д.;

б) установкой на трубе двух установочных заземляющих гаек или одной установочной заземляющей гайки и контргайки с креплением стального листа корпуса аппарата между гайками (рис. 4, *а, б*);

в) футоркой, закрепляемой в отверстии корпуса установочной заземляющей гайкой и контргайкой (рис. 4, *в*);

г) муфтой и футоркой, навернутой на ниппель, который крепится в отверстии корпуса аппарата установочной заземляющей гайкой и контргайкой (рис. 4, *г*);

д) муфтой, навинчиваемой на трубу и патрубок;

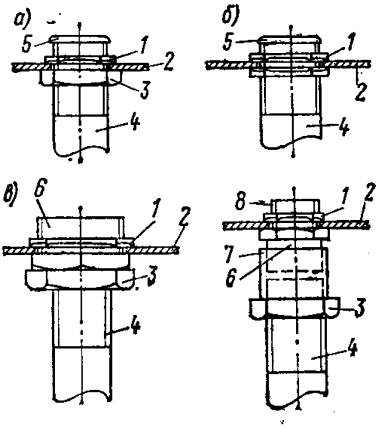


Рис. 4. Соединение труб электропроводки с корпусами аппаратов

а — контргайкой и установочной заземляющей гайкой; *б* — двумя установочными заземляющими гайками; *в* — сгоном футорки, закрепляемой в отверстии корпуса заземляющей гайкой и контргайкой (этот вариант применяется, если диаметр отверстия в кожухе больше диаметра трубы); *г* — муфтой и футоркой, навернутой на ниппель, который крепится в отверстии корпуса контргайкой и установочной заземляющей гайкой (этот вариант применяется, если диаметр отверстия в корпусе меньше диаметра трубы); *1* — установочная заземляющая гайка; *2* — корпус; *3* — контргайка; *4* — труба стальная; *5* — втулка из полиэтилена; *6* — футорка; *7* — муфта; *8* — ниппель

е) ввертыванием концов труб с короткой резьбой в резьбовую часть коробки, ящика, корпуса и т. п. на всю длину короткой резьбы.

2.17. Соединения заземляющих и нулевых защитных проводников между собой должны обеспечивать надежный контакт и выполняться посредством сварки (рис. 5). Места соединения стыков после сварки должны быть

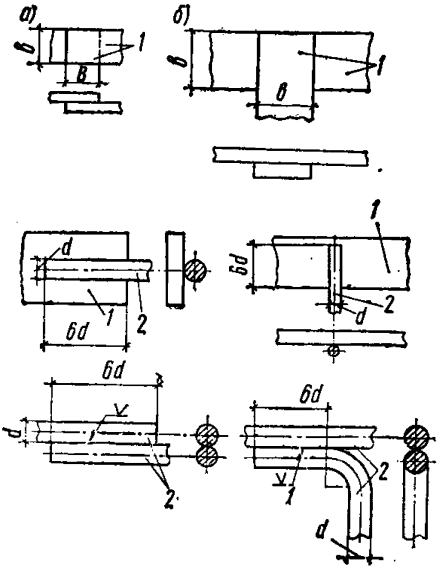


Рис. 5. Сварные соединения заземляющих проводников

а — продольное соединение; *б* — ответвление; *1* — проводник из полосовой стали; *2* — проводник из круглой стали

окрашены. В сухих помещениях для этого следует применять асфальтовый лак, масляные краски или нитроэмали.

В сырых помещениях и помещениях с едкими парами окраска должна производиться красками, стойкими в отношении химических воздействий (например, поливинилхлоридными эмалями).

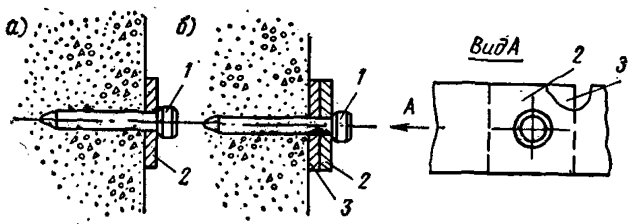


Рис. 6. Крепление заземляющих проводников из полосовой стали дюбелями с помощью строительно-монтажного пистолета, пиротехнической или ручной оправки

а — непосредственно к бетонной стене; *б* — на подкладках; *1* — дюбель; *2* — полоса (шина заземления); *3* — подкладка из полосовой стали

В помещениях и в наружных установках без агрессивных сред допускается в местах, доступных для осмотра и ремонта, выполнять болтовые соединения заземляющих и нулевых защитных проводников; при этом должны предусматриваться меры против ослабления и коррозии контактных соединений.

2.18. Заземляющие проводники должны прокладываться горизонтально и вертикально; допускается также прокладка их параллельно наклонным конструкциям зданий.

Проводники прямоугольного сечения должны укладываться «на плоскость» по отношению к поверхности основания.

Прокладка плоских заземляющих проводников по кирпичным и бетонным основаниям должна производиться, в первую очередь, с помощью строительно-монтажного пистолета. В сухих помещениях полосы заземления могут прокладываться непосредственно по кирпичным и бетонным основаниям (рис. 6, *а*).

Для крепления стальных полос заземления рекомендуется применять дюбели-гвозди диаметром 4,5 мм, длиной 30-40 мм для работ по бетону и кирпичу. В сырых и особо сырых помещениях и в помещениях с едкими па-

рами прокладку заземляющих проводников следует производить на подкладках (рис. 6, *б*) или на опорах (рис. 7), закрепляемых дюбелями-гвоздями с последующим креплением к этим опорам заземляющих проводников на расстоянии не менее 10 мм от поверхности основания. Заземляющие проводники, прокладываемые по деревянным основаниям, должны крепиться шурупами.

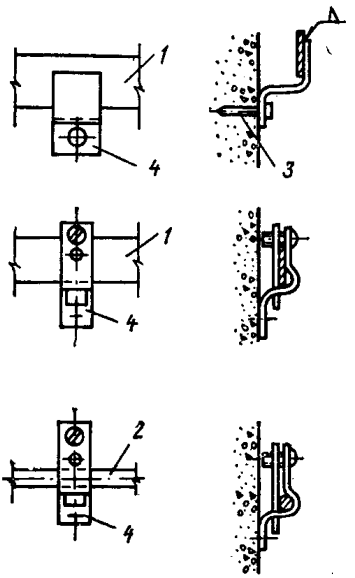
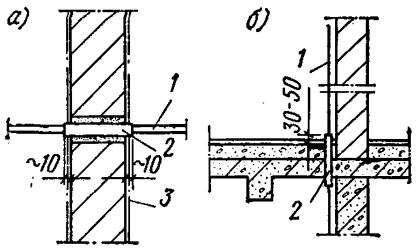


Рис. 7. Опоры для крепления заземляющих проводников

1 — сталь полосовая; *2* — сталь круглая; *3* — дюбель; *4* — держатель для крепления к стенам заземляющих проводников

Рис. 8. Проходы заземляющего проводника

а — сквозь стену; *б* — через перекрытие; *1* — заземляющий проводник из полосовой стали; *2* — гильза (сталь тонколистовая толщиной 1 мм); *3* — штукатурка



При креплении заземляющих проводников должны соблюдаться следующие расстояния:

на прямых участках — между креплениями — 600—1000 мм;

на поворотах — от вершин углов — 100 мм;

от мест ответвлений — 100 мм;

от нижней поверхности съемных перекрытий каналов — не менее 50 мм;

от уровня пола помещения — 400—600 мм.

2.19. Проходы через стены должны выполняться в открытых проемах, несгораемых неметаллических трубах или иных жестких обрамлениях, а проходы через перекрытия — в отрезках указанных труб, выступающих над полом на 30—50 мм (рис. 8). Заземляющие проводники должны проходить свободно (исключения см. в разделе II).

При пересечении заземляющими проводниками дверных и стенных проемов, каналов и т. п. должны выполняться обходы с открытой прокладкой проводников. В исключительных случаях, когда открытая прокладка невозможна, допускается обход заземляющего проводника выполнять в стальной трубе.

2.20. В местах пересечения температурных и осадочных швов зданий на заземляющих проводниках должны устанавливаться компенсаторы с проводимостью равной или большей проводимости заземляющего проводника такой же длины.

Соединения проводников с компенсаторами должны быть выполнены сваркой внахлестку.

3. ЗАЗЕМЛИТЕЛИ

3.1. Для заземления электроустановок должны, в первую очередь, использоваться естественные заземлители. Если эти заземлители имеют сопротивление растеканию, удовлетворяющее требованиям ПУЭ, то устройство искусственных заземлителей не требуется.

3.2. В качестве естественных заземлителей рекомендуется использовать:

а) проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, горючих или взрывчатых газов и смесей;

б) обсадные трубы;

в) металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в непосредственном соприкосновении с землей;

г) металические шпунты гидротехнических сооружений и т. п.;

д) свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле. Если оболочки кабелей служат единственными заземлителями, то в расчете заземляющих устройств они должны учитываться при числе кабелей не менее двух. Алюминиевые оболочки кабелей и алюминиевые проводники не допускается использовать в качестве естественных заземлителей;

е) заземлители опор линий электропередачи, соединенные с заземляющим устройством электроустановок

при помощи грозозащитного троса линии, если трос не изолирован от опор линии;

ж) нулевые рабочие провода не менее двух отходящих воздушных линий электропередачи напряжением до 1000 В с повторными заземлителями нулевого рабочего провода при сечении его не менее указанного в ПУЭ.

3.3. Запрещается применять в качестве естественных заземлителей чугунные трубопроводы и временные трубопроводы строительных площадок.

3.4. Естественные заземлители должны быть подсоединены к заземляющим магистралям электроустановок не менее чем в двух местах.

Это требование не относится к повторному заземлению нулевого провода и металлическим оболочкам кабелей.

3.5. В случае невозможности использования естественных заземлителей, а также в случаях, когда токовые нагрузки на естественные заземлители превышают допускаемые, необходимо сооружать искусственные заземлители, в качестве которых применяются:

а) углубленные заземлители — полосы или круглая сталь, укладываемые горизонтально на дно котлована по периметру фундаментов;

б) вертикальные заземлители — стальные стержни диаметром 10—16 мм или угловая сталь с толщиной стенки не менее 4 мм.

Длина стержневых электродов должна быть 4,5 —5 м, электродов из угловой стали — 2,5—3 м. Верхний конец вертикального заземлителя должен быть заглублен на 0,6—0,7 м от поверхности земли;

в) горизонтальные заземлители — круглая сталь диаметром не менее 10 мм или стальные полосы толщиной не менее 4 мм.

Горизонтальные заземлители применяют для связи между собой вертикальных заземлителей и как самостоятельные заземлители.

3.6. Стальные заземлители должны иметь размеры не менее приведенных в табл. 3.

3.7. Соединение частей заземлителя между собой, а также соединение заземлителей с заземляющими проводниками следует выполнять сваркой; при этом длина нахлестки должна быть равной ширине проводника при прямоугольном сечении и шести диаметрам — при круглом сечении.

Длина сварного шва должна быть не менее 2 B при прямоугольном и 6 d — при круглом сечении заземляющих проводников (рис. 9, 10).

При Т-образном соединении внахлестку двух полос длина нахлестки определяется шириной полосы. Качество сварки следует проверять внешним осмотром. Сварные швы должны иметь чешуйчатую поверхность без наплывов и плавный переход к основному металлу. Швы не должны иметь трещин, непроваров длиной более 10% длины шва, незаплавленных кратеров и подрезов глубиной более 0,1 толщины свариваемых полос или прутков. Исправление дефектов производится подваркой. Сварные швы, расположенные в земле, необходимо покрывать битумным лаком для защиты от коррозии.

Таблица 3

Заземлители	Размер
Круглые, диаметр, мм	10
Круглые оцинкованные, диаметр, мм	6
Прямоугольные:	
сечение, мм²	48
толщина, мм	4
Угловая сталь — толщина полок, мм	4

3.8. При работе на удаленных объектах и линиях электропередачи, когда применение электросварки затруднительно, соединение частей заземлителей и заземлителей с заземляющими проводниками следует выполнять термитной сваркой (рис. 11).

3.9. Присоединение заземляющих проводников к трубопроводам должно осуществляться сваркой либо с помощью хомута (рис. 12).

Присоединение необходимо выполнять со стороны линии на вводе трубопровода в здание (до водомера, задвижки, соединительного фланца).

Присоединение к трубопроводу заземляющего проводника с помощью хомута следует применять только в случае невозможности присоединения заземляющих проводников сваркой.

При установке хомутов контактная поверхность трубопровода должна быть зачищена до металлического блеска, а контактная поверхность хомутов — облужена припоем ПОС-40. Хомуты изготовляются из полосовой стали шириной не менее 40 мм и толщиной 4 мм. Присоединение заземляющего проводника к хомуту должно выполняться сваркой.

Если на трубопроводах, используемых в качестве протяженных заземлителей, установлены задвижки, водомеры или болтовые фланцевые соединения, в этих местах следует смонтировать обходные перемычки из полосовой стали сечением не менее 100 мм^2. Перемычки непосред-

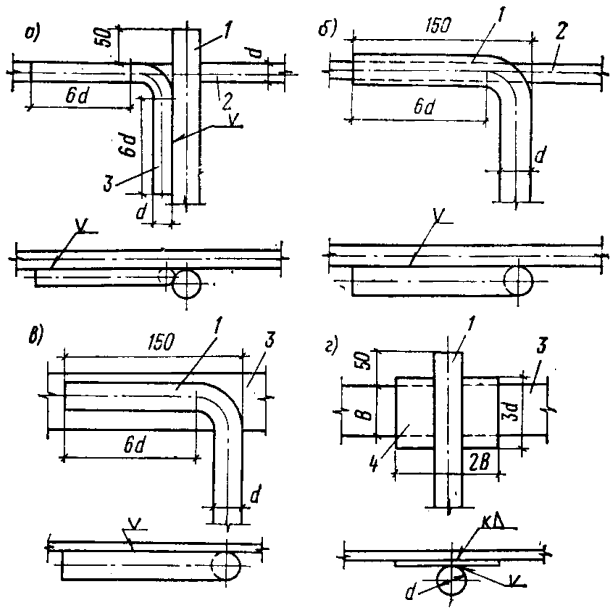


Рис. 9. Соединения стержневых заземлителей с заземляющими проводниками (длина сварного шва $L \geqslant 6d$)

а, б — заземляющие проводники из кругой стали; *в, г* — заземляющие проводники из полосовой стали; *1* — заземлитель стержневой; *2* — заземляющий проводник из круглой стали; *3* — заземляющий проводник из полосовой стали; *4* — планка из полосовой стали (применяется при $B<3d$)

ственно привариваются к трубам либо к хомутам, установленным на трубопроводе.

Высоту сварных швов для заземляющих проводников из полосовой стали принимают по толщине привариваемого материала.

Высота шва для круглой стали должна быть не менее 4 мм.

3.10. У мест ввода заземляющих проводников в здания должны устанавливаться опознавательные знаки (рис. 13).

3.11. Горизонтальные заземлители в местах пересечения с подземными сооружениями (с кабелями, трубопроводами), с железнодорожными путями и дорогами, а также в местах возможных механических повреждений следует защищать асбестоцементными (безнапорными) трубами (рис. 14).

Прокладку заземлителей параллельно кабелям или трубопроводам следует выполнять на расстоянии в свету не менее 0,3—0,35 м, а при пересечениях — не менее 0,1 м.

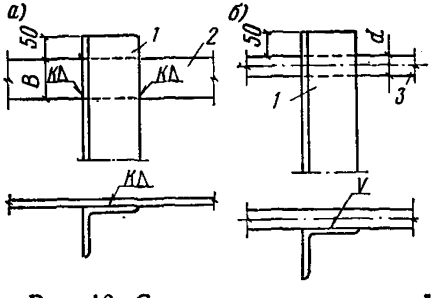


Рис. 10 Соединения заземлителей из угловой стали с заземляющими проводниками

а — заземляющий проводник из полосовой стали (длина сварного шва $L \geqslant 2B$); *б* — заземляющий проводник из круглой стали (длина сварного шва $L \geqslant 6d$); *1* — заземлитель из угловой стали; *2* — заземляющий проводник из полосовой стали; *3* — заземляющий проводник из круглой стали

Рытье траншей для горизонтальных заземлителей должно производиться землеройными механизмами. Протяженные заземлители в местах, где отсутствуют подземные коммуникации, рекомендуется прокладывать с помощью монтажного плуга.

3.12. Вертикальные заземлители, ввертываемые или забиваемые в дно траншеи, должны устанавливаться в соответствии с рис. 15.

Погружение вертикальных электродов должно производиться, как правило, механизированным способом: с

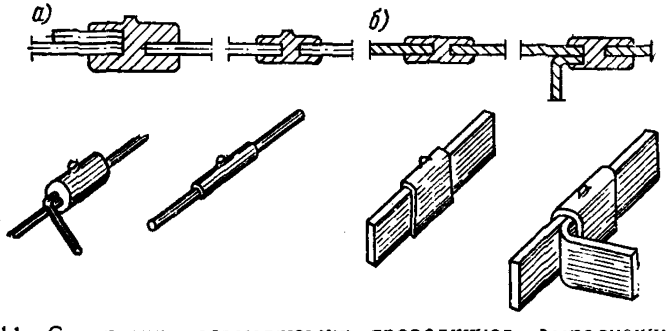


Рис. 11. Соединения заземляющих проводников, выполненные термитной сваркой

а — заземляющие проводники из круглой стали; *б* — заземляющие проводники из полосовой стали

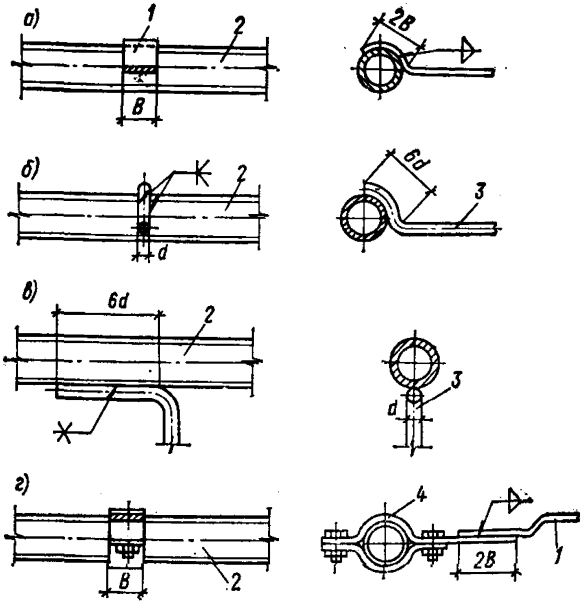


Рис. 12. Присоединение заземляющего проводника к трубопроводу
а, б, в — сваркой; *г* — с помощью хомута; *1* — заземляющий проводник из полосовой стали; *2* — трубопровод; *3* — заземляющий проводник из круглой стали; *4* — хомут

помощью копров, вибраторов, гидропрессов, методом ввертывания стержневых электродов автоямобуром или с помощью ручных приспособлений.

3.13. После монтажа вертикальных и горизонтальных заземлителей перед засыпкой траншеи должен составляться акт освидетельствования скрытых работ. Отступления от проекта должны быть нанесены на чертежи.

3.14. Траншеи с уложенными в них заземлителями следует засыпать однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора. Засыпка должна производиться с утрамбовкой грунта.

Заземлители не следует располагать в местах, где земля подсушивается под действием тепла трубопроводов и т. п. Не следует использовать естественные заземлители, расположенные в указанных местах.



Рис. 13. Опознавательный знак заземлителя

В случае опасности усиленной кор-

розии заземлителей должно выполняться в соответствии с проектом одно из следующих мероприятий:

а) увеличение сечения заземлителей;

б) применение оцинкованных или омедненных заземлителей;

в) электрическая защита от коррозии.

3.15. При удельном сопротивлении земли более 200 Ом · м на территории электроустановки в наиболее не-

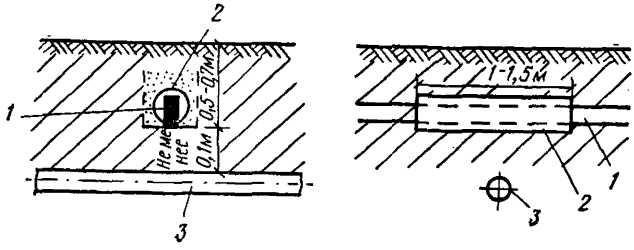


Рис. 14. Пересечение горизонтальных заземлителей с трубопроводом или с кабелем

1 — полоса заземлителя; *2* — отрезок трубы; *3* — трубопровод или кабель

благоприятное время года для сооружения искусственных заземлителей должно осуществляться одно из следующих мероприятий:

а) устройство углубленных заземлителей (если на большей глубине удельное сопротивление земли снижается);

б) применение искусственной обработки земли с целью снижения ее удельного сопротивления (если другие способы не могут быть применены или не дают необходимого эффекта); для вертикальных электродов искусственная обработка земли выполняется путем поочередной укладки слоев соли (или других аналогичных веществ) и земли; диаметр обрабатываемого участка земли принимается около 0,5 м и глубина $^1/_3$ длины электрода (см. рис. 15); после укладки каждого слоя производится поливка водой;

в) устройство выносных заземлителей, если вблизи (до 1—2 км) от территории электроустановки есть места с меньшим удельным сопротивлением земли; соединение выносных заземлителей с заземляющим устройством электроустановки выполняется с помощью воздушной линии или кабеля.

3.16. На территориях распространения вечномерзлых грунтов кроме выполнения требований, перечисленных в п. 3.14, следует:

а) помещать заземлители в непромерзаемые водоемы или в талые зоны;

б) использовать артезианские скважины;

в) в дополнение к углубленным заземлителям применять протяженные заземлители на глубине около 0,5 м, предназначенные для работы в летнее время при оттаивании поверхностного слоя земли;

г) создавать искусственные талые зоны путем покрытия заземлителей на зиму слоем торфа.

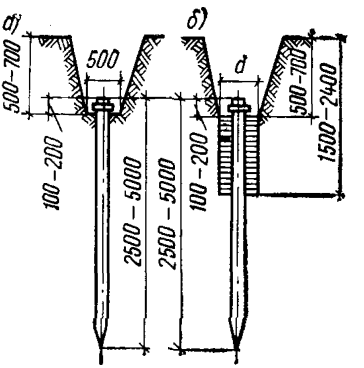


Рис. 15. Установка вертикальных заземлителей

а — в грунте, не требующем специальной обработки; *б* — в грунте, требующем специальной обработки; $d \geqslant 500$

3.17. Способы выполнения заземлителей в районах с плохо проводящими грунтами и на территориях распространения вечномерзлых грунтов определяются проектом на основании данных геологических изысканий, замеров удельного сопротивления грунтов и технико-экономических сопоставлений различных вариантов.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

4. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

4.1. При вертикальной установке фаз бетонных или деревянных реакторов должны заземляться фланцы опорных изоляторов нижней фазы (рис. 16) и фланцы распорных (при наличии таковых) изоляторов верхней фазы. При горизонтальном расположении фаз реакторов заземляющие проводники присоединяются к заземляющим болтам фланцев изоляторов каждой фазы. Заземляющие проводники не должны образовывать вокруг реакторов замкнутых контуров.

4.2. У трансформаторов тока должны заземляться корпус, каждая закороченная (неиспользуемая вторичная) обмотка, а также все остальные вторичные обмотки, если

это предусмотрено проектом. Вторичные обмотки заземляются с помощью перемычки из медного провода между одним из зажимов вторичной обмотки и заземляющим винтом на корпусе трансформатора тока. Каждая вторичная обмотка должна заземляться только в одной точке.

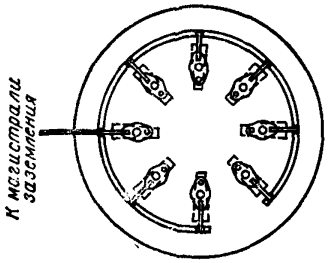


Рис. 16. Заземление опорных изоляторов нижней фазы бетонного реактора

4.3. Заземление батарей статических конденсаторов осуществляется путем присоединения заземляющего проводника к заземляющему болту бака каждого конденсатора, а вентильных разрядников — к заземляющим болтам основания (цоколя) каждой фазы непосредственно или через счетчик срабатываний.

4.4. У силовых трансформаторов с глухозаземленной нейтралью вторичной обмотки трансформатора напряжением до 1000 В нейтраль трансформатора должна соединяться с заземлителем отдельным проводником (рис. 17, *а*).

Заземлитель следует располагать по возможности ближе к трансформатору.

В установках с изолированной нейтралью заземление обмотки трансформатора напряжением до 1000 В осуществляется через пробивной предохранитель в соответствии с проектом (рис. 17, *б*).

Для заземления корпуса силового трансформатора заземляющий проводник присоединяется к заземляющему болту на корпусе трансформатора. Это подсоединение должно быть выполнено так, чтобы не было необходимости нарушения проводки при выкатке трансформатора. В противном случае присоединение должно быть выполнено гибким проводником на подходе к трансформатору.

4.5. В помещениях распределительных устройств (РУ), щитов управления и защиты, КТП и ЩСУ в качестве магистралей заземления (зануления) следует использовать металлические обрамления кабельных каналов, закладные элементы для установки КСО, КРУ, ЩУ и т. п. Отдельные участки таких магистралей должны быть на-

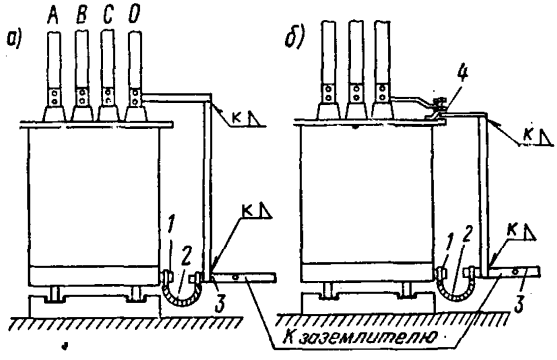


Рис. 17. Заземление силового трансформатора

а — с глухозаземленной нейтралью вторичной обмотки напряжением до 1000 В; *б* — с изолированной нейтралью; *1* — заземляющий болт; *2* — гибкая перемычка; *3* — магистраль заземления (зануления); *4* — пробивной предохранитель

дежно сварены между собой. Специальные заземляющие проводники надлежит прокладывать только для соединения обрамлений каналов и закладных элементов между собой и для присоединения их к заземлителю.

При установке КТП на чистый пол без закладных деталей допускается прокладка заземляющих (нулевых защитных) проводников скрыто в полу.

Каждый шкаф КРУ, КСО и каждая панель защиты или управления должны присоединяться сваркой не менее чем в двух местах к закладным элементам или обрамлениям каналов, образующим магистраль заземления (зануления).

4.6. Заземляющий проводник приваривается к основным рамам дверей ограждения бетонных ячеек РУ (рис. 18).

4.7. Металлические конструкции открытых РУ заземляются путем приваривания заземляющего проводника к основанию (к нижней части) конструкции. Отдельные звенья конструкции должны быть соединены между собой сваркой.

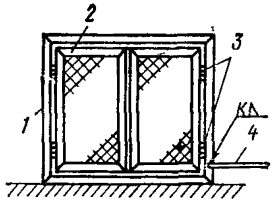


Рис. 18. Заземление рамы дверей

1 — рама; *2* — дверь; *3* — шарниры; *4* — заземляющий проводник

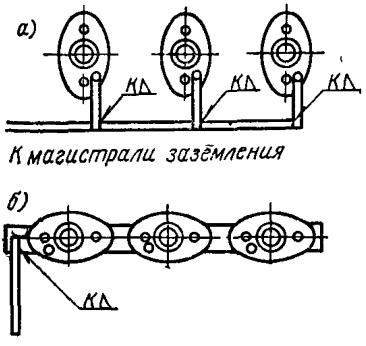


Рис. 19. Заземление опорных изоляторов

а — при установке на конструкциях, не проводящих электрический ток; *б* — при установке на металлических конструкциях

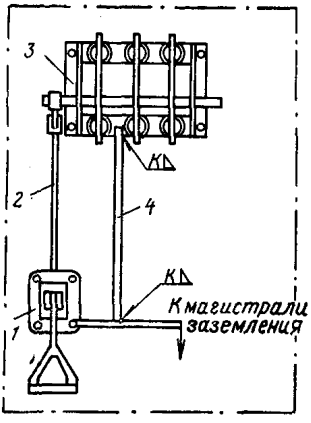


Рис. 20. Заземление рамы и привода трехполюсного разъединителя

1 — плита привода; *2* — тяга; *3* — рама; *4* — заземляющая шина

4.8. У масляных выключателей и приводов к ним, у опорных изоляторов, линейных выводов, проходных изоляторов, предохранителей высокого напряжения, добавочных сопротивлений, автоматических выключателей и т. п. при установке их на конструкциях, не проводящих электрический ток (рис. 19, *а*), заземляющий проводник присоединяется к заземляющему болту. При установке их на металлической конструкции допускается присоединять (приваривать) заземляющий проводник к конструкции (рис. 19,*б*, 20).

4.9. Заземление трансформаторов напряжения выполняется путем присоединения заземляющего проводника к заземляющему болту на кожухе (корпусе). Нулевая точка обмотки высокого напряжения (в случаях, указанных в проекте) присоединяется медным проводом к заземляющему болту на кожухе (корпусе) трансформатора. Нулевая точка или фазный провод обмотки низкого напряжения присоединяется либо к заземляющему болту на кожухе (корпусе) трансформатора, либо заземляется

на клеммных зажимах в соответствии с указаниями, приведенными в проекте.

4.10. В установках с глухозаземленной нейтралью вывод нейтрали трансформатора на щит распределительного устройства должен выполняться: при выводе фаз шинами — шиной на изоляторах, при выводе фаз кабелем (проводом) — жилой кабеля (провода).

4.11. Рабочие нулевые провода, отходящие от нулевой шины (независимо от того, установлена она на изоляторах или нет), должны иметь изоляцию, соответствующую напряжению данной сети, также и в случае, если они используются одновременно и как нулевые защитные.

5. СИЛОВОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

5.1. Электрические машины, установленные на металлических заземленных основаниях (корпусах станков, опорных рамах, плитах и т. п.), дополнительно заземлять не требуется.

Электрические машины, установленные на вибрирующем основании или на салазках, должны заземляться (зануляться) с помощью гибкой перемычки между неподвижным заземляющим (нулевым защитным) проводником и корпусом электродвигателя.

5.2. Двигатель-генераторы, состоящие из машин напряжением до 1000 В, следует заземлять путем присоединения заземляющих (нулевых защитных) проводников к заземляющим винтам статоров. У машин напряжением выше 1000 В заземляющие проводники должны присоединяться к заземляющим винтам как статора, так и фундаментной плиты.

Заземление обмоток машин выполняется в соответствии с проектом.

5.3. У машин, имеющих на статоре два винта (болта) заземления (турбогенераторы, гидрогенераторы, синхронные компенсаторы), заземляющие проводники должны подводиться к обоим винтам (болтам). Заземляющие проводники должны быть подведены также к заземляющим винтам (болтам) фундаментных плит и систем водоснабжения газоохладителей.

Внешние трубопроводы подачи и слива дистиллята, а также трубопроводы продувки коллекторов, трубопроводы обмотки статора должны быть заземлены не менее чем в двух точках.

5.4. При наличии у машин стояков подшипников, имеющих электрическую изоляцию от фундаментной плиты, заземляющие проводники должны быть проложены на расстоянии не менее 50 мм от изолированного стояка и от присоединенных к нему маслопроводов.

ОТДЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ, ЩИТКИ, ШКАФЫ И ЯЩИКИ С ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

5.5. Присоединение стальных заземляющих проводников к корпусам аппаратов следует выполнять с помощью болтового соединения (рис. 21). Контактные поверхности при этом должны быть зачищены до металлического блеска и смазаны тонким слоем вазелина.

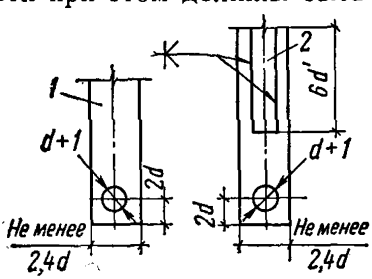


Рис. 21. Присоединение стальных заземляющих проводников к корпусам аппаратов

1 — проводник из полосовой стали; *2* — проводник из круглой стали; *d* — диаметр заземляющего болта на аппарате; *d'* — диаметр заземляющего проводника из круглой стали

5.6. В шкафах, ящиках, щитах должна предусматриваться общая заземляющая (нулевая) шина, к которой присоединяются заземляемые (зануляемые) части отдельных аппаратов. К этой шине присоединяется корпус шкафа, ящика, щита и т. д., а также медные проводники для заземления (зануления) проводов с металлической оболочкой (СРГ, ТПРФ), перемычки от металлических труб электропроводки и т. п. Заземляющая шина щита (шкафа, ящика) в электроустановках с изолированной нейтралью присоединяется к магистрали заземления, а в электроустановках с глухозаземленной нейтралью — к нулевому проводу питающей линии или к нулевой жиле питающего кабеля или магистрали зануления.

Аппараты в металлическом корпусе, установленные непосредственно на заземленном каркасе (корпусе) щита, шкафа, ящика и имеющие с ним надежный металлический контакт, не требуют дополнительного присоединения к заземляющей (нулевой) шине.

Корпуса аппаратов (реле, измерительные приборы),

имеющие двойную изоляцию, заземления (зануления) не требуют.

5.7. Металлические дверцы щитка, шкафа, ящика, если на них отсутствует какое-либо электрооборудование, не требуют соединения с корпусом щитка, шкафа, ящика с помощью гибких перемычек. Если на металлических дверцах установлено электрооборудование, требующее заземления (зануления), такие дверцы должны быть заземлены (занулены) с помощью гибких медных перемычек между дверцей и металлическим заземленным (зануленным) неподвижным каркасом щита, шкафа, ящика.

5.8. К одному заземляющему (зануляющему) болту (винту) запрещается присоединять более двух кабельных наконечников. На заземляющей (нулевой) шине должны быть предусмотрены болтовые присоединения необходимого количества заземляющих, нулевых защитных и нулевых рабочих проводников.

5.9. Щитки, шкафы и ящики с электрооборудованием напряжением до 1000 В, установленные на заземленных металлических основаниях (опорах), дополнительно заземлять не требуется.

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

А. Краны

5.10. Рельсы кранового пути должны быть заземлены (занулены). Части кранов, подлежащие заземлению или занулению, присоединяются к металлическим конструкциям крана перемычками, привариваемыми к конструкциям крана и присоединяемыми к заземляющим болтам электрооборудования. Стыки рельсов должны быть надежно соединены (сваркой, приваркой перемычек достаточного сечения, приваркой к металлическим подкрановым балкам), образуя непрерывную электрическую цепь.

5.11. При установке крана на открытом воздухе рельсы кранового пути должны быть соединены между собой (рис. 22) и присоединены к дополнительному заземлителю, располагаемому вблизи крана.

5.12. Кабель для питания крана должен иметь жилу, предназначенную для заземления или зануления крана и находящуюся в общей оболочке с остальными жилами. Сечение заземляющей или нулевой защитной жилы должно быть равно сечению фазной жилы.

5.13. Корпус кнопочного аппарата управления крана, управляемого с пола, должен быть изготовлен либо из

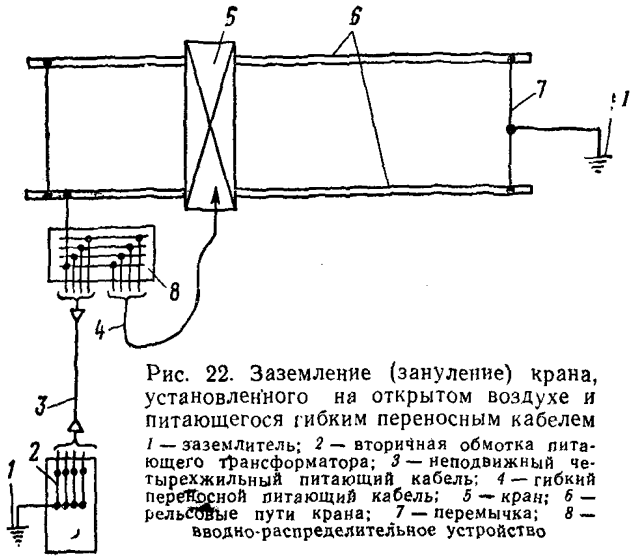


Рис. 22. Заземление (зануление) крана, установленного на открытом воздухе и питающегося гибким переносным кабелем

1 — заземлитель; *2* — вторичная обмотка питающего трансформатора; *3* — неподвижный четырехжильный питающий кабель; *4* — гибкий переносной питающий кабель; *5* — кран; *6* — рельсовые пути крана; *7* — перемычка; *8* — вводно-распределительное устройство

изоляционного материала, либо заземлен (занулен) не менее чем двумя проводниками.

В качестве одного из этих проводников может быть использован тросик, на котором подвешен кнопочный аппарат управления.

5.14. Троллейные конструкции должны быть заземлены (занулены).

Б. Лифты

5.15. В лифтовых установках заземление электрических машин и аппаратов, установленных на звуко- и виброизоляционных опорах, должно быть выполнено гибким кабелем или гибкой перемычкой от неподвижно проложенного заземляющего (нулевого защитного) проводника.

5.16. Для заземления (зануления) кабины следует использовать одну из жил кабеля или один из проводов токопровода. В качестве дополнительного заземляющего (нулевого защитного) проводника необходимо использовать экранирующие оболочки и несущие тросы кабелей, а также стальные несущие тросы кабины.

5.17. Станина лебедки, металлические направляющие кабины и противовеса, а также металлические ограждения шахты должны быть заземлены (занулены).

В. Передвижные электроустановки и переносные электроприемники

5.18. Передвижные электростанции и трансформаторные подстанции должны иметь заземляющие (зануляющие) устройства, выполненные как для стационарных установок. Электроприемники передвижных установок, получающие питание от этих электростанций или подстанций, должны иметь заземляющие или зануляющие устройства аналогичные устройствам электроприемников, получающих питание от стационарных установок.

Заземление передвижных электростанций и передвижных механизмов не требуется в следующих случаях:

а) если передвижные механизмы имеют собственную электростанцию, расположенную непосредственно на механизме на общей металлической раме и не питающую другие установки;

б) если механизмы (при числе не более двух) питаются от специально предназначенной для них передвижной электростанции, не питающей другие установки, и находятся на расстоянии не более 50 м от электростанции, а корпуса электростанции и механизмов имеют металлическую связь при помощи соединительных проводников.

5.19. Для передвижных механизмов, получающих питание от стационарных или передвижных источников питания, должны применяться следующие устройства, обеспечивающие заземление:

а) в сетях с изолированной нейтралью — собственное заземляющее устройство или надежная связь с заземляющим устройством источника питания;

б) в сетях с глухозаземленной нейтралью — надежная металлическая связь с нейтралью источника питания (зануление).

Корпуса электроприемников, установленных на передвижном механизме, должны иметь надежную металлическую связь с корпусом механизма. При изолированной нейтрали на распределительном щите источника питания должен быть предусмотрен контроль изоляции по отношению к корпусу генератора.

5.20. Заземлители (искусственные и естественные) для передвижных электроустановок и электрифицированного инструмента должны выполняться согласно требованиям,

приведенным в разделе 3, если отсутствуют специальные требования в данном разделе.

Использование временных трубопроводов в качестве естественных заземлителей запрещается.

При смене места и способа питания передвижных электроустановок должны проверяться величины сопротивления растеканию заземлителя, к которому они присоединены, целость заземляющих или нулевых защитных проводников и повторных заземлений нулевого провода. Целость нулевого провода должна быть проверена на всем его протяжении до нулевой точки трансформатора (генератора).

Заземление передвижных установок напряжением выше 1000 В (а также выбор величины сопротивления растеканию заземлителя, его конструкции и расположения, сечения заземляющих проводников и т. д.) выполняется в соответствии с проектом.

5.21. Заземление строительных механизмов, передвигающихся по рельсовым путям, следует выполнять согласно требованиям, приведенным в пп. 5.10—5.14.

На стыках рельсов следует применять гибкие перемычки, выполненные из стального троса (рис. 2).

Дополнительный заземлитель, как естественный, так и искусственный, присоединяется к рельсам отдельным проводником сваркой.

5.22. При выполнении заземления плавучих механизмов должны выполняться следующие требования:

а) в установках с глухим заземлением нейтрали от питающего распределительного устройства, расположенного на берегу, до вводного устройства (ящика, пункта), находящегося на плавучем строительном механизме, должен быть проложен на поплавках или на тросе (если плавучий строительный механизм неподвижен) четырехжильный гибкий шланговый кабель. Нулевая жила четырехжильного кабеля должна быть подключена одним концом к нулевой шине вводного устройства (ящика, пункта) плавучего строительного механизма, другим концом — к нулевой шине питающего распределительного устройства, расположенного на берегу.

При размещении строительного механизма на судне с металлическим корпусом нулевая шина вводного устройства должна быть присоединена к корпусу судна. Соединение с корпусом судна следует выполнять сваркой.

При размещении строительного механизма на судне с деревянным корпусом по контуру судна, ниже ватерлинии, должна быть проложена магистраль зануления из полосовой стали размером 40×4 мм. К этой магистрали следует присоединить нулевую шину вводного устройства, а также корпуса электрооборудования. Присоединения к магистрали необходимо выполнять сваркой;

б) в плавучих установках с изолированной нейтралью, у судов с металлическим корпусом, корпус судна служит местным заземлителем, а у судов с деревянным корпусом местным заземлителем служит заземляющая шина, проложенная по контуру корпуса судна ниже ватерлинии. Все металлические корпуса электрооборудования должны быть присоединены соответственно к металлическому корпусу судна или к указанной заземляющей шине. Питание электрооборудования, расположенного на судне, должно осуществляться с помощью трехжильного, а при наличии однофазных нагрузок — четырехжильного кабеля. Обеспечивать соединение местного заземлителя с заземлителем на берегу не требуется. Нулевую рабочую жилу питающего кабеля заземлять или присоединять к корпусам электрооборудования запрещается.

5.23. При заземлении сварочных преобразователей и трансформаторов должны выполняться следующие требования:

питание однофазного сварочного трансформатора следует осуществлять трехжильным гибким шланговым кабелем, при этом третья жила кабеля должна быть присоединена к заземляющему болту корпуса сварочного трансформатора и к заземляющей шине питающего устройства (ящика, пункта).

Питание трехфазного преобразователя следует осуществлять четырехжильным кабелем, используя для заземления четвертую жилу;

заземляющая шина питающего устройства должна быть соединена либо с нулевым защитным проводом питающей линии — в установках с глухозаземленной нейтралью, либо с заземлителем — в установках с изолированной нейтралью;

зажим (полюс) сварочного преобразователя или трансформатора, присоединяемый к свариваемой детали, следует соединять с помощью заземляющего проводника с заземляющим болтом на корпусе сварочного преобразователя (трансформатора);

использование нулевого рабочего или фазного провода двухжильного питающего кабеля для заземления сварочного трансформатора запрещается.

5.24. Питание переносных электроприемников следует выполнять от сети напряжением не выше 380 В.

В зависимости от категории опасности помещения переносные электроприемники могут питаться либо непосредственно от сети, либо через разделяющие или понижающие трансформаторы.

Металлические корпуса переносных электроприемников переменного тока напряжением выше 42 В и постоянного тока выше 110 В в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках должны быть заземлены или занулены. Электроприемники с двойной изоляцией или питающиеся от разделяющих трансформаторов заземления или зануления не требуют.

5.25. Заземление или зануление переносных электроприемников должно осуществляться специальной жилой (третья — для электроприемников однофазного и постоянного тока, четвертая — для электроприемников трехфазного тока), расположенной в одной оболочке с фазными жилами переносного провода и присоединяемой к корпусу электроприемника и к специальному контакту вилки штепсельного разъема.

Сечение этой жилы должно быть равным сечению фазных проводников. Использование для этой цели расположенного в общей оболочке нулевого рабочего проводника запрещается.

Жилы проводов и кабелей должны быть медными, гибкими, сечением не менее 1,5 мм^2 для переносных электроприемников в промышленных установках и не менее 0,75 мм^2 — для бытовых переносных электроприемников.

5.26. *Переносные электроприемники испытательных и* экспериментальных установок, перемещение которых в период их работы не предусматривается, допускается заземлять, *используя стационарные или отдельные* переносные заземляющие проводники. При этом переносные заземляющие проводники должны быть гибкими, медными, сечением не менее сечения фазных проводников.

В штепсельных разъемах переносных электроприемников, а также удлинительных проводов, к розетке должны подводиться провода со стороны источника питания, а к вилке — со стороны электроприемников.

Штепсельные разъемы должны иметь специальные контакты, к которым присоединяются заземляющие и нулевые защитные проводники.

При включении соединение между этими контактами должно устанавливаться до того, как войдут в соприкосновение контакты фазных проводов. Порядок разъединения контактов при отключении должен быть обратным.

Конструкция штепсельных разъемов должна быть такой, чтобы была исключена возможность соединения контактов фазных проводов с контактами заземления (зануления).

5.27. Заземляющие и нулевые защитные проводники переносного провода должны иметь отличительный признак.

6. ЭЛЕКТРООСВЕТИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

6.1. При заземлении частей электроосветительной установки в сетях с изолированной нейтралью в качестве заземляющих проводников следует использовать трубы электропроводок, алюминиевые оболочки кабелей, металлические конструкции, заземляющие жилы кабелей, специально проложенные провода, а в сетях с глухозаземленной нейтралью-нулевые рабочие и специально проложенные проводники.

6.2. В нулевом рабочем проводе не должны устанавливаться предохранители, выключатели и другие разъединяющие устройства.

В цепи нулевых рабочих проводников, если они одновременно служат для целей зануления, допускается применять выключатели, которые одновременно с отключением нулевых рабочих проводников отключают все провода, находящиеся под напряжением.

6.3. Заземление или зануление корпусов светильников общего освещения с лампами накаливания, с ртутными и люминесцентными лампами, имеющих встроенные внутрь светильника пускорегулирующие аппараты (ПРА), следует выполнять:

а) при глухозаземленной нейтрали и вводе в светильник кабеля или провода в трубе — ответвлением от нулевого рабочего провода внутри светильника (рис. 23, *а*);

б) при глухозаземленной нейтрали и вводе в светильник открытых незащищенных изолированных проводов и кабелей, а также при изолированной нейтрали или в системах без нейтрали при любых способах ввода про-

водов и кабелей в светильник — при помощи гибкого провода между заземляющим контактом светильника и рабочим нулевым или защитным проводом; такое подсоединение следует выполнять на ближайшей к светильнику опоре или в ближайшей коробке (рис. 23, *б*, 24). Зануление нескольких светильников одной группы может быть выполнено нулевым проводом, проложенным вдоль ряда светильников, который вводится без разрыва

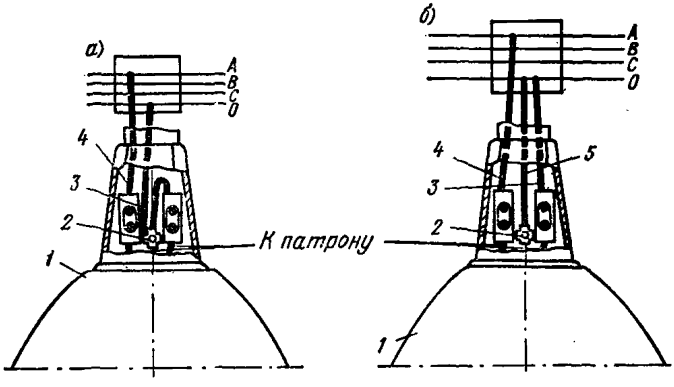


Рис. 23. Зануление корпусов светильников при глухозаземленной нейтрали

а — при вводе в светильник кабеля или провода струбе; *б* — при вводе в светильник открытых незащищенных проводов; *1* — светильник; *2* — винт заземления; *3* — нулевой рабочий проводник; *4* — фазный проводник; *5* — нулевой защитный проводник

в каждый светильник или от нулевого провода делается ответвление в каждый светильник отдельным проводом, подсоединяемым к нулевому проводу болтовым зажимом. Последовательное зануление группы светильников не допускается.

Светильники с вынесенными ПРА должны быть заземлены самостоятельным проводником, начиная от ввода в ПРА при проводке в трубах согласно подпункту «а» и начиная от ближайшей неподвижной опоры или коробки при открытой прокладке или при любых способах проводки в сетях с изолированной нейтралью или без нейтрали — согласно подпункту «б».

6.4. Металлические отражатели светильников, укрепленные на корпусах из изолирующих материалов, заземлять (занулять) не требуется.

6.5. Заземление корпусов светильников местного освещения напряжением переменного тока выше 42 В должно выполняться следующим образом:

если между кронштейном и корпусом светильника нет надежного электрического соединения, то заземление корпуса должно выполняться специальным проводником;

если заземляющие провода присоединяются не к корпусу светильника, а к металлической конструкции, на которой светильник установлен, то между этой конструкцией, кронштейном и корпусом светильника должно быть обеспечено надежное электрическое соединение.

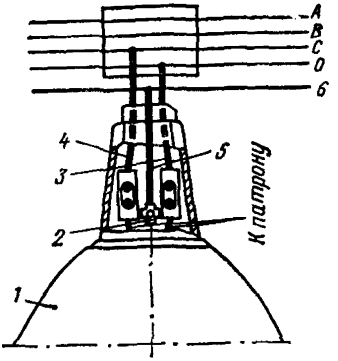


Рис. 24. Заземление корпусов светильников при изолированной нейтрали при любых способах ввода проводов и кабелей в светильник

1 — светильник; *2* — винт заземления; *3* — нулевой рабочий проводник; *4* — фазный проводник; *5* — нулевой защитный проводник; *6* — магистраль заземления

6.6. Заземление (зануление) корпусов переносных светильников напряжением переменного тока выше 42 В следует осуществлять с помощью отдельной жилы шлангового провода, которая не должна одновременно служить рабочим проводом. Указанная жила должна иметь то же сечение, что и фазные провода и присоединяться самостоятельно к защитному контакту штепсельной вилки. К защитному контакту розетки может быть присоединена отпайка от нулевого рабочего или заземляющего проводника (рис. 25, 26).

6.7. Штепсельные розетки для переносных электроприемников с заземляемыми (зануляемыми) корпусами должны быть снабжены специальным контактом для присоединения заземляющего (нулевого защитного) проводника. При этом конструкция штепсельного соединения должна исключать возможность замены фазного контакта заземляющим (зануляющим) при включении вилки в розетку. Соединение между заземляющими (зануляющими) контактами вилки и штепсельной розетки должно

устанавливаться до того, как войдут в соприкосновение токоведущие контакты; порядок отключения должен быть обратным. Заземленный (зануленный) контакт штепсельной розетки должен быть электрически соединен с ее корпусом, если этот корпус выполнен из металла.

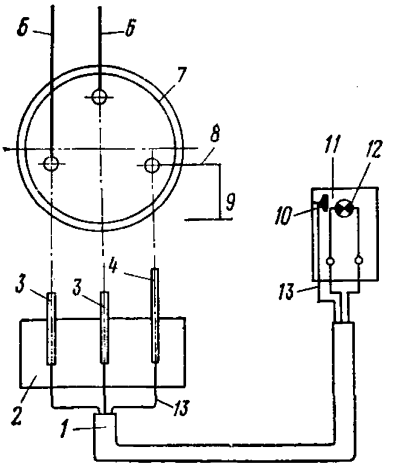


Рис. 25. Заземление переносного светильника в сетях с изолированной нейтралью или без нейтрали

1 — гибкий переносной шланговый кабель; *2* — корпус вилки; *3* — рабочие контактные вилки; *4* — защитный контакт вилки; *5* — фазный проводник; *6* — нулевой рабочий проводник; *7* — корпус розетки; *8* — заземляющий проводник; *9* — магистраль заземления; *10* — винт заземления; *11* — корпус светильника; *12* — светильник; *13* — проводник от защитного контакта вилки

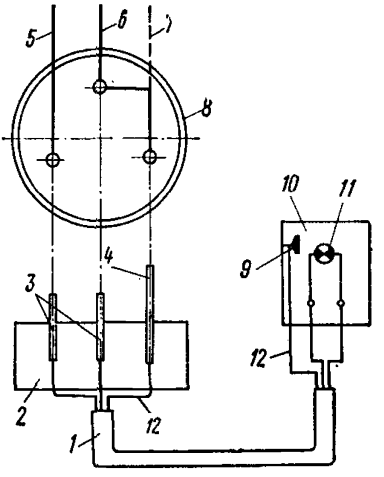


Рис. 26. Зануление переносного светильника в сетях с глухозаземленной нейтралью

1 — гибкий переносной шланговый кабель; *2* — корпус вилки; *3* — рабочие контакты вилки; *4* — защитный контакт вилки; *5* — фазный проводник; *6* — нулевой рабочий проводник; *7* — нулевой защитный проводник для бытовых приборов; *8* — корпус розетки; *9* — винт заземления; *10* — корпус светильника; *11* — светильник; *12* — проводник от защитного контакта вилки

6.8. Металлические нетоковедущие части газосветной установки на стороне высшего напряжения, а также один из выводов или средняя точка вторичной обмотки трансформаторов, питающих газосветные трубки, должны быть заземлены.

6.9. Винтовые токоведущие гильзы патронов для ламп накаливания в сетях, где обязательно заземление корпусов светильников, должны быть присоединены к нулевому, а не к фазному проводу. Это требование не распространяется на переносные электроприемники и светиль-

ники (напольные, настенные), не требующие заземления (зануления), присоединяемые штепсельным соединением.

Если патрон имеет нетоковедущую винтовую гильзу, нулевой провод может присоединяться к любому контакту патрона.

7. КАБЕЛЬНЫЕ СЕТИ

7.1. Металлические оболочки и броня кабелей, оболочки проводов, изоляционных трубок, гибких металлических рукавов должны быть заземлены (занулены) и иметь надежное соединение с металлическими соединительными, ответвительными и концевыми муфтами и коробками, а также с металлическими корпусами электроприемников.

7.2. Заземляющие проводники должны присоединяться перемычками из гибкого многопроволочного медного проводника. Пример заземления кабеля показан на рис. 27.

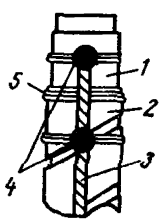


Рис. 27. Заземление кабеля с металлической оболочкой и ленточной броней на концевой заделке

1 — оболочка кабеля; *2* — броня; *3* — провод заземления; *4* — место пайки; *5* — бандаж, скрепляющий оконцевание брони

Заземляющая перемычка должна присоединяться к свинцовой или алюминиевой оболочке кабеля при помощи бандажа из четырех витков оцинкованной стальной проволоки диаметром 1—1,5 мм с последующей припайкой припоем ПОС-40.

Предварительно места припайки к оболочке должны быть тщательно очищены и облужены: свинцовая оболочка — припоем ПОС-40, а алюминиевая — припоем А.

Заземляющие перемычки должны присоединяться при ленточной броне к обеим бронелентам, а при проволочной броне — по окружности ко всем проволокам. Места присоединения должны быть предварительно очищены до блеска и облужены припоем ПОС-40, после чего заземляющая перемычка крепится бандажом из оцинкованной стальной проволоки диаметром 1—1,5 мм и припаивается тем же припоем. Лужение и пайка производится с применением паяльного жира, в состав которого входят: канифоль — 10 вес. ч., животный жир — 3 вес. ч., хлори-

стый цинк — 1 вес. ч., хлористый аммоний — 2 вес. ч., дистиллированная вода или спирт этиловый ректификат — 1 вес. ч.

Продолжительность каждой пайки во избежание перегрева изоляции кабеля должна быть не более 3 мин.

7.3. Размер сечений гибких соединительных перемычек для силовых кабелей при отсутствии указаний в проекте должен быть не менее приведенных в табл. 4.

Таблица 4

Сечение, мм²	
жилы кабеля	медного заземляющего провода
До 10	6
16—35	10
50—120	16
150 и выше	25

Заземление (зануление) металлических оболочек контрольных кабелей, кабелей с панцирной оболочкой, кабелей СРГ (малых сечений) должно выполняться медными заземляющими проводниками сечением 4 мм².

7.4. Место соединения заземляющей перемычки с алюминиевой оболочкой кабеля должно быть после пайки покрыто асфальтовым или глифталевым лаком либо масляной краской.

В сырых помещениях, туннелях и каналах место пайки необходимо покрывать разогретым битумом.

7.5. При переходе кабельной линии в воздушную (ВЛ) концевые (мачтовые) кабельные муфты при отсутствии у опоры ВЛ заземлителя допускается заземлять на металлическую оболочку кабеля, если оболочка кабеля на другом конце присоединена к заземляющему устройству.

8. ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

8.1. В качестве естественных заземлителей металлических и железобетонных опор линий электропередачи следует в случаях, указанных в проекте, использовать подземную часть опоры или ее фундамент.

В качестве искусственных заземлителей опор ВЛ следует применять:

а) углубленные заземлители;

б) горизонтальные заземлители в виде лучей из стальных полос, проложенных на глубине, как правило, не менее 0,5 м, а в пахотной земле — 1 м. В случае установки

опор в скальных грунтах лучевые заземлители допускается прокладывать непосредственно под разборным слоем над скальными грунтами при толщине слоя не менее 0,1м; при меньшей толщине этого слоя или при его отсутствии рекомендуется прокладывать заземлители по поверхности, с заливкой их цементным раствором. В районах вечномерзлых грунтов лучевые заземлители ВЛ должны находиться в зоне «деятельного слоя грунта» (оттаивающего в летнее время);

в) вертикальные заземлители;

г) комбинированные заземлители, состоящие из сочетания заземлителей, указанных выше.

8.2. В качестве заземляющих проводников железобетонных опор следует использовать в первую очередь элементы продольной ненапряженной арматуры. Возможность использования предварительно-напряженной арматуры должна быть указана в проекте.

8.3. Каждый из заземляющих проводников опор ВЛ должен иметь: при многопроволочных проводниках — сечение 35 мм², при однопроволочных проводниках — диаметр 10 мм.

На ВЛ с деревянными опорами соединения заземляющих проводников с заземлителями рекомендуется выполнять разборными (болтовой контакт).

Соединение металлических опор и арматуры железобетонных опор с заземлителем разрешается выполнять как сваркой, так и на болтах.

8.4. На ВЛ с железобетонными опорами тросы и детали крепления изоляторов к траверсе должны иметь металлический контакт с заземляющим проводником или арматурой опоры, используемой в качестве заземляющего проводника. Необходимость заземления металлических опор и арматуры железобетонных опор определяется в соответствии с требованиями ПУЭ.

8.5. Заземлители ВЛ следует удалять от подземных кабельных линий связи на расстояние не менее 25 м. При невозможности удаления заземлителей на указанное расстояние следует руководствоваться «Правилами строительства и ремонта воздушных линий связи и радиотрансляционных сетей», утвержденными Минсвязи СССР.

8.6. В установках с глухозаземленной нейтралью напряжением до 1000 В арматура изоляторов всех типов, оттяжки, кронштейны, осветительная арматура, установлен-

ные на металлических и железобетонных опорах, должны быть занулены — присоединены к нулевому рабочему проводу. Нулевой провод заземляется у трансформатора и повторно — на линии согласно проекту.

Соединение с нулевым проводом следует производить перемычкой из голого проводника, которая присоединяется к нулевому проводу специальными ответвительными болтовыми зажимами.

Заземляющие перемычки присоединяются к опоре под болтовой зажим, установленный непосредственно на металлической опоре (рис. 28) или траверсе, а на железобетонной опоре — на специальном выводе, соединенном с арматурой опоры. Контактные соединения заземляющей перемычки должны быть предварительно зачищены, а после монтажа–покрыты слоем вазелина.

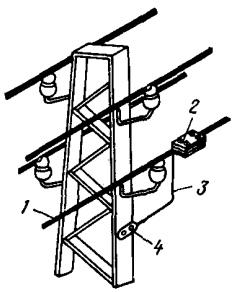


Рис. 28. Заземление металлической опоры воздушной линии электропередачи до 1000 В в сетях с заземленной нейтралью
1 — нулевой провод; *2* — ответвительный зажим; *3* — заземляющая перемычка; *4* — заземляющий винт

8.7. Заземление опор наружного освещения с кабельным питанием необходимо производить через металлическую оболочку кабеля в сетях с изолированной нейтралью и через нулевую жилу, соединенную с оболочкой кабеля, в сетях с заземленной нейтралью.

8.8. Оттяжки металлических и железобетонных опор ВЛ, закрепленные нижним концом на высоте менее 2,5 м от земли, должны быть либо заземлены с сопротивлением заземляющего устройства не более 10 Ом, либо изолированы при помощи натяжного изолятора, рассчитанного на напряжение ВЛ и установленного на высоте не менее 2,5 м от земли.

Заземление оттяжек на деревянных опорах не требуется.

9. ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

9.1. В помещениях, где не требуется заземление осветительной арматуры, металлический крюк для подвески арматуры должен быть изолирован.

9.2. В жилых и общественных зданиях в помещениях без повышенной опасности, а также в кухнях, ванных комнатах и уборных квартир зануление металлических корпусов стационарно установленного осветительного электрооборудования не требуется.

В помещениях без повышенной опасности и кухнях квартир не требуется также зануление металлических корпусов переносных электроприемников мощностью до 1,3 кВт (утюги, чайники, плитки, комнатные холодильники, пылесосы, стиральные и швейные машины и т. п.).

В указанных помещениях должны зануляться металлические корпуса бытовых стационарных электрических плит, кипятильников и т. п., а также переносных электрических приборов и машин большой мощности (свыше 1,3 кВт) и металлические трубы электрических проводок.

Занулению в жилых зданиях также подлежат металлические корпуса электрооборудования и части электропроводок, расположенных в подвалах, подпольях, на лестничных клетках, в домовых и общественных уборных, душевых и тому подобных помещениях.

9.3. В общественных зданиях в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью, например в горячих и других производственных цехах, холодильных камерах предприятий общественного питания, в помещениях механизированной обработки и транспортировки продуктов, производственных цехах предприятий бытового обслуживания и ПТУ, мастерских школ, санузлах, вентиляционных камерах, тепловых пунктах, камерах кондиционеров воздуха, насосных станциях, машинных отделениях лифтовых установок и других аналогичных помещениях, все стационарные и переносные электроприемники, не имеющие двойной изоляции, стальные трубы электропроводок, металлические корпуса щитов, щитков, электрошкафов и т. п. должны быть заземлены (в сети с заземленной нейтралью — занулены), а штепсельные розетки на напряжение 220 и 380 В для подключения переносных и передвижных электроприемников должны иметь защитные контакты, подключенные к сети заземления.

Для зануления корпусов стационарных электрических плит и переносных бытовых приборов и машин мощностью свыше 1,3 кВт прокладывается отдельный про-

вод сечением, равным фазному, от стояка, а в жилых зданиях от квартирного щитка.

9.4. В ванных комнатах жилых и общественных зданий, в банях, больницах, лечебных учреждениях и др. металлические корпуса ванн, а в душевых — поддоны должны быть соединены металлическими проводниками с трубами водопровода для выравнивания потенциалов. Трубы газопроводов для выравнивания потенциала использовать не допускается.

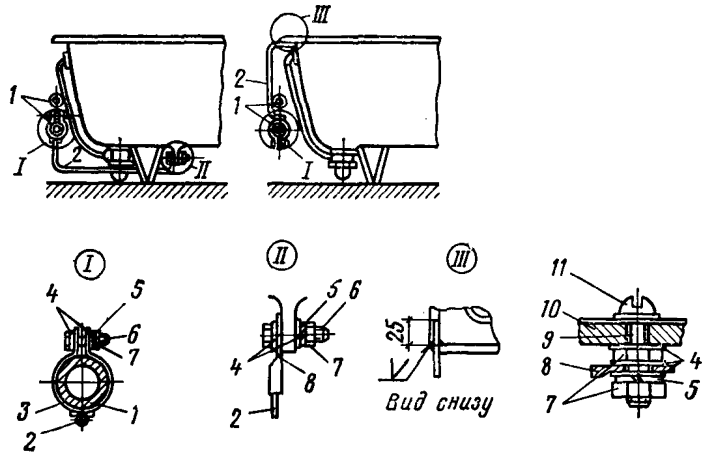


Рис. 29. Соединение металлического корпуса ванн с трубами водопровода

1 — водопроводная труба; *2* — заземляющий проводник; *3* — хомут; *4* — шайба; *5* — шайба пружинная разрезная; *6* — болт; *7* — гайка; *8* — наконечник; *9* — винт; *10* — корпус ванны; *11* — винт

9.5. Способы подсоединения выравнивающего проводника приведены на рис. 29. У ванн, имеющих специальный прилив на корпусе, выравнивающий проводник следует подсоединить к этому приливу. У ванн, не имеющих специального прилива, выравнивающий проводник подсоединяется к борту ванны сваркой или болтовым соединением.

Контактные поверхности на корпусе ванны и на трубах водопровода при болтовых соединениях следует тщательно зачищать и смазывать тонким слоем чистого технического вазелина. Допускается подсоединять выравнивающий проводник к приливу на корпусе ванны сваркой.

9.6. Зануление электрооборудования в производственных помещениях, расположенных в жилых и обществен-

ных зданиях — котельных, насосных, электромашинных помещениях лифтов, помещениях для приготовления пищи в столовых, ресторанах и т. п., выполняется, как указано в соответствующих разделах данной инструкции для помещений повышенной опасности поражения электрическим током.

9.7. В помещениях с подвесными потолками, имеющими металлические конструкции и детали, светильники, встраиваемые в подвесные потолки или устанавливаемые за ними, а также металлические конструкции потолков, должны зануляться во всех помещениях, включая помещения без повышенной опасности поражения электрическим током.

9.8. Заземляющие или нулевые защитные проводники в групповой осветительной и силовой распределительной сетях должны иметь цветовое отличие от других проводов (проводников) или быть маркированы.

10. ЗРЕЛИЩНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

10.1. На сцене (эстраде, манеже) подлежат занулению металлические корпуса и конструкции всех электрических аппаратов.

10.2. Подвижные металлические конструкции сцены, предназначенные для установки силовых и осветительных электроприемников (софитные фермы, портальные кулисы и т. п.), должны быть занулены посредством отдельного медного провода или жилы кабеля, которые не должны одновременно служить проводниками рабочего тока.

Сечение медных жил проводов и кабелей, используемых для зануления подвижных металлических конструкций, должно быть не менее 1,5 мм^2.

10.3. Заземление или зануление вращающейся части сцены и аппаратуры, размещенной на ней, допускается осуществлять через кольцо кольцевого токосъемника.

10.4. Корпуса звуковоспроизводящей аппаратуры должны присоединяться к общему заземлению отдельным изолированным проводом и дополнительно — к отдельному заземлителю, находящемуся вблизи от помещения аппаратной.

11. ВЗРЫВООПАСНЫЕ УСТАНОВКИ

11.1. Заземление и зануление электроустановок во взрывоопасных зонах всех классов необходимо выполнять в соответствии с требованиями заземления и зануления электроустановок с невзрывоопасной средой, соблюдая дополнительно правила, приведенные в данном разделе.

11.2. Заземление (зануление) следует предусматривать для электроустановок всех напряжений переменного и постоянного тока.

При установке электрооборудования на металлической конструкции заземляющие и нулевые защитные проводники должны присоединяться непосредственно к корпусам электрооборудования (к заземляющему контакту или к нулевому выводу во вводной коробке), а не к металлоконструкции, на которой электрооборудование установлено, также и в случае, если металлоконструкция заземлена (занулена).

11.3. В качестве заземляющих и нулевых защитных проводников должны быть использованы проводники, специально предназначенные для этой цели. Использование в качестве заземляющих и нулевых защитных проводников металлических конструкций строительного и производственного назначения, стальных труб электропроводок, металлических оболочек кабелей и т. п. допускается лишь как дополнительное мероприятие.

11.4. В электроустановках напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью зануление должно осуществляться:

а) в трехфазных трехпроводных сетях — с помощью нулевого защитного (четвертого) проводника;

б) в однофазных и двухфазных двухпроводных силовых сетях — с помощью нулевого защитного (третьего) проводника;

в) в однофазных двухпроводных осветительных сетях, в зонах класса В1 — с помощью нулевого защитного (третьего) проводника;

г) в однофазных двухпроводных осветительных сетях, в зонах всех классов, кроме класса В1, — с помощью нулевого рабочего проводника;

д) в двухпроводных сетях постоянного тока — с помощью заземляющего (третьего) проводника.

11.5. Нулевые защитные проводники в сетях перемен-

ного тока должны прокладываться совместно с фазными в общих оболочках, трубах, коробах, лотках, пучках.

11.6. В электроустановках напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и в электроустановках напряжением выше 1000 В с малыми токами замыкания на землю заземляющие проводники разрешается прокладывать как в общей оболочке с фазными, так и отдельно. Магистрали заземления должны быть присоединены к заземлителям по меньшей мере в двух разных местах и по возможности с противоположных концов помещения.

11.7. В установках с изолированной нейтралью магистральная сеть заземления должна выполняться голыми стальными проводниками. Металлические корпуса электроприемников присоединяются к сети заземления с помощью дополнительной жилы провода или кабеля либо с помощью голых стальных проводников, проложенных совместно или отдельно от фазных.

11.8. В установках с глухозаземленной нейтралью броня, металлическая оболочка кабеля и трубы электропроводки зануляются на одном конце во вводных арматурах электроприемников, а на другом конце подсоединяются в распределительном пункте, щитке и т. п. к нулевому защитному проводнику питающей линии (рис. 30).

11.9. Секции лотков и металлические полосы, по которым прокладываются кабели, должны образовывать электрическую непрерывную цепь по всей длине каждого помещения. Все стальные кабельные конструкции, на которых проложены кабели любого напряжения, должны быть заземлены. Стальные трубы электрических сетей надлежит заземлять с обоих концов.

Заземлять (занулять) лотки, короба, кабельные конструкции, корпуса шинопроводов следует со стороны питания с помощью отдельного (одножильного) кабеля, присоединяемого к нулевому проводу ближайшего источника питания.

11.10. Сеть заземления (зануления) следует использовать как дополнительную сеть заземления для молниезащиты и защиты от статического электричества с целью выравнивания потенциалов, за исключением случаев, оговоренных в Указаниях по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений и в специальных правилах защиты от статического электричества.

11.11. Специально проложенные заземляющие проводники в местах прохода сквозь стены взрывоопасных

зон помещений должны прокладываться в отрезках асбестоцементных (безнапорных) труб или в проемах. Отверстия труб и проемов должны заделываться легко пробиваемым несгораемым материалом с обеих сторон прохода. Соединение заземляющих проводников в местах проходов не допускается.

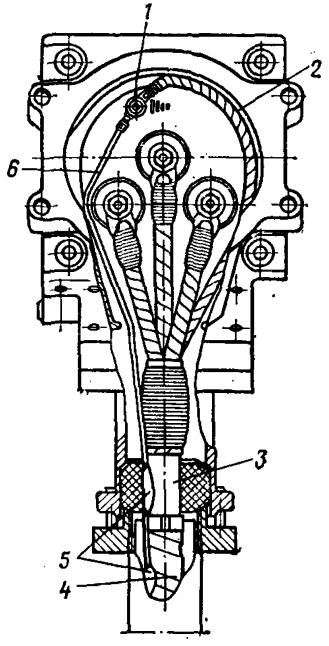


Рис. 30. Общий вид смонтированного вводного устройства электродвигателей ВАО 4—9 габаритов

1 — зажим заземления; *2* — 4-я жила кабеля; *3* — оболочка кабеля; *4* — броня кабеля; *5* — место пайки; *6* — проводник заземления брони и металлической оболочки кабеля

11.12. Магистрали заземления в местах прохода сквозь фундаменты зданий должны заключаться в асбестоцементные (безнапорные) трубы. Отверстия труб должны уплотняться для предовращения возможности проникновения воды или газа.

11.13. Сечения заземляющих проводников должны соответствовать указанным в проекте.

11.14. Заземление (зануление) оцинкованных тросов, катанки или стальной проволоки, используемой в качестве несущего троса, должно быть выполнено с двух противоположных концов присоединением к магистрали заземления или зануления при помощи сварки. Допускается болтовое соединение оцинкованных тросов с защитой места контакта от коррозии.

11.15. Заземление стальных труб электрических сетей со стороны распределительных устройств и щитовых помещений должно осуществляться путем приварки к ним стальных проводников. При наличии на трубах разделительных уплотнений заземляющие проводники следует присоединять к трубам со стороны невзрывоопасного помещения до разделительного уплотнения.

11.16. Во взрывоопасных помещениях заземление (зануление) труб, соединенных на резьбе с вводными уст-

ройствами электрооборудования, осуществляется через нажимную муфту вводного устройства.

11.17. Непрерывность цепи заземления стальных водогазопроводных труб при разъемном соединении их между собой следует обеспечивать путем навертывания муфт на конец трубы с короткой резьбой до конца резьбы и установки контргаек со стороны длинной резьбы. Соединение труб с патрубками коробок, аппаратов и т. п. должно выполняться путем ввертывания труб с короткой резьбой в патрубки до конца резьбы труб. Все резьбовые соединения труб и их присоединение к электрооборудованию надлежит выполнять с подмоткой на резьбу ленты ФУМ или пенькового волокна, пропитанного в разведенном на олифе сурике (железном или свинцовом).

11.18. Приварка муфт к трубам, а также установка заземляющих перемычек на соединениях труб у муфт и коробок запрещается.

11.19. Броня и металлическая оболочка кабелей любого напряжения в силовых и осветительных сетях должны быть заземлены с двух концов — в щитовом помещении и со стороны вводных устройств электрооборудования (кроме аппаратов, имеющих пластмассовый корпус). На стороне ввода в аппараты, имеющие пластмассовый корпус, броню и металлическую оболочку кабеля допускается не заземлять.

11.20. В осветительных сетях, выполненных кабелями в свинцовой оболочке, непрерывность цепи заземления оболочек кабелей у ответвительных коробок должна обеспечиваться путем соединения опрессовкой концов медных гибких проводов, припаянных к оболочкам вводимых в коробки кабелей.

11.21. Заземление искробезопасных цепей, как правило, не допускается. Необходимость их заземления должна быть особо оговорена в проекте.

11.22. Металлические конструкции, предназначенные для защиты кабелей от механических повреждений, следует заземлять аналогично заземлению их в невзрывоопасных помещениях.

11.23. Металлоконструкции, на которых устанавливается электрооборудование, заземленное с помощью специальной дополнительной жилы, заземлять не требуется.

12. ПРОВЕРКИ, ИСПЫТАНИЯ И СДАЧА РАБОТ

12.1. Перед сдачей законченных монтажом заземляющих устройств следует проверить их соответствие проекту, требованиям ПУЭ, СНиП и настоящей Инструкции.

12.2. Испытания заземляющих устройств производятся в соответствии с требованиями ПУЭ и СНиП.

12.3. При сдаче — приемке в эксплуатацию смонтированных заземляющих устройств должна представляться следующая техническая документация;

а) проект заземляющего устройства с указанием о допущенных изменениях и отступлениях, если они имели место;

б) акты освидетельствования скрытых работ по монтажу заземлителей и присоединений к естественным заземлителям;

в) акты осмотра и проверки состояния открыто проложенных заземляющих проводников;

г) протоколы: измерения сопротивлений основных заземлителей без отсоединения естественных; сопротивлений повторных заземлителей с отсоединением от основных заземлителей; проверки наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами; измерения сопротивлений цепи «фаза — нуль».

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Замыкание на землю — случайное электрическое соединение токоведущей части непосредственно с землей или с нетоковедущими электропроводящими конструкциями или предметами, не изолированными от земли.

Замыкание на корпус — случайное электрическое соединение токоведущей части с металлическими нетоковедущими частями электроустановки.

Заземлитель — проводник (электрод) или совокупность металлически соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей.

Естественные заземлители — электропроводящие части коммуникаций и сооружений производственного или иного назначения, используемые для целей заземления, находящиеся в соприкосновении с землей.

Заземляющий проводник — проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителями.

Заземляющее устройство — совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Нулевой защитный проводник — проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока или ее эквивалентом.

Нулевой рабочий проводник в электроустановках напряжением до 1000 В — проводник, используемый для питания электроприемников, соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях многофазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в трехпроводных сетях постоянного тока.

Магистраль заземления или зануления — соответственно заземляющий или нулевой защитный проводник с двумя или более ответвлениями.

Защитное заземление — преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Зануление — преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Зона растекания тока — зона земли, за пределами которой электрический потенциал, обусловленный токами замыкания на землю, может быть условно принят равным нулю.

Зона нулевого потенциала — зона земли за пределами зоны растекания.

Напряжение на заземлителе — напряжение между заземлителем и какой-либо точкой зоны нулевого потенциала при стекании тока с заземлителя в землю.

Напряжение относительно земли — напряжение относительно точки земли, находящейся вне зоны растекания тока замыкания на землю.

Сопротивление растеканию заземлителя — отношение напряжения на заземлителе к току, стекающему с него в землю.

Сопротивление заземляющего устройства — сопротивление, слагающееся из сопротивления растеканию заземлителя и сопротивления заземляющих проводников.

Ток замыкания на землю — ток, проходящий в электрической цепи через место замыкания на землю.

Напряжение прикосновения — напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек.

Напряжение шага — напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек.

Глухозаземленная нейтраль — нейтраль генератора или трансформатора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно.

Изолированная нейтраль — нейтраль генератора или трансформатора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через аппараты, компенсирующие емкостный ток сети, трансформаторы напряжения или другие аппараты, имеющие большое сопротивление.

Защитное отключение — быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током.

Двойная изоляция — электрическая изоляция, состоящая из рабочей изоляции и дополнительной изоляции.

Усиленная изоляция — улучшенная рабочая изоляция, обеспечивающая такую же степень защиты от поражения электрическим током, как и двойная изоляция.

Малое напряжение — номинальное напряжение не более 42 В, применяемое в целях уменьшения опасности поражения электрическим током.

Разделяющий трансформатор — специальный трансформатор, предназначенный для отделения приемника энергии от первичной электрической сети и сети заземления.

Помещения с повышенной опасностью поражения электрическим током — помещения, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

а) сырости или проводящей пыли;

б) токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т. п.);

в) высокой температуры;

г) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования — с другой.

Особо опасные помещения в отношении поражения электрическим током — помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

а) особой сырости;

б) химически активной среды;

в) одновременного наличия двух или более условий повышенной опасности.

Помещения без повышенной опасности поражения электрическим током — помещения, в которых отсутствуют условия, создающие «повышенную опасность» и «особую опасность».

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПАРАГРАФЫ И ПУНКТЫ ПУЭ, СНиП III-33-76, СН 297-64 И ВСН 19-74, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ В НАСТОЯЩЕЙ ИНСТРУКЦИИ

№ пункта СН 102-76	§ ПУЭ	№ пункта СН 102-76	§ ПУЭ	№ пункта СН 102-76	№ пункта СНиП III-33-76
1.4	I-7-26	3.10	I-7-67	1.9	11.4
1.5	I-7-19	3.14	I-7-51	2.6	11.9
1.6	I-7-20	3.15	I-7-45	2.8	11.7
1.7	I-7-28	3.16	I-7-46	2.10	11.12
1.8	I-7-29	5.10—5.11	V-4-57	2.17	11.3
1.12	I-7-29	5.13	V-4-58	2.19	11.10
1.13	I-7-29A	5.15—5.17	V-5-18	2.20	11.5
2.1	I-7-52	5.18	I-7-81	3.7	11.13
2.2	I-7-53	6.6	VI-1-33	3.9	11.14
2.4	I-7-55	8.1	II-5-92	6.3	4.8
2.5	I-7-57	8.4	II-5-90	6.4	4.8
2.7	I-7-60	9.2	VII-1-61	6.9	4.7
2.12	I-7-28A	9.4	VII-1-62	11.9	8.26
2.14	I-7-69	9.6	VII-1-63	11.14	8.26
3.1	I-7-48	10.1	VII-1-30	11.17	8.26
3.2	I-7-49	10.4	VII-2-30	11.19	8.27
3.4	I-7-50	11.3	VII-3-86	11.20	8.27
3.6	I-7-51	11.4	VII-3-88		

№ пункта СН 102-76	№ пункта СН 297-64
9.2	9.1
9.4	9.3

№ пункта СН 102-76	№ пункта ВСН 19-74
9.3	3.119
9.8	3.123

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Общие указания 5
2. Заземляющие и нулевые защитные проводники 9
3. Заземлители 18

Заземление электроустановок

4. Распределительные устройства 25
5. Силовое электрооборудование 29
   Электрические машины 29
   Отдельные аппараты, щитки, шкафы и ящики с электрооборудованием напряжением до 1000 В 30
   Подъемно-транспортное оборудование 31
   А. Краны 31
   Б. Лифты 32
   В. Передвижные электроустановки и переносные электроприемники 33
6. Электроосветительные установки 37
7. Кабельные сети 41
8. Воздушные линии электропередачи 42
9. Жилые и общественные здания 44
10. Зрелищные предприятия 47
11. Взрывоопасные установки 48
12. Проверки, испытания и сдача работ 52

Приложение 1. Термины и определения 53

Приложение 2. Параграфы и пункты ПУЭ, СНиП III-33-76, СН 297-64 и ВСН 19-74, использованные в настоящей Инструкции 55

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО УСТРОЙСТВУ СЕТЕЙ
ЗАЗЕМЛЕНИЯ
И ЗАНУЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ
СН 102-76**

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Г. А. Жигачева
Редактор Л. Т. Калачева
Мл. редактор Л. Н. Козлова
Технические редакторы Р. Т. Никишина, Н. Г. Бочкова
Корректоры И. В. Медведь, В. И. Галюзова

Сдано в набор 4/III 1977 г. Подписано в печать 25/VII 1977 г.
Формат 84×108 1/32 Бумага типографская № 1
3,36 усл. печ. л. (уч.-изд. 2,90 л.) Тираж 80.000 экз.
Изд. № XII-7069 Зак. тип. № 1568 Цена 15 коп.

Стройиздат
103006, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Москва, И-41, Б. Переяславская ул., дом № 46.

ТАБЛИЦА СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ЕДИНИЦАМИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ПОДЛЕЖАЩИМИ ИЗЪЯТИЮ, И ЕДИНИЦАМИ СИ

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	подлежащая изъятию		СИ		
	наименование	обозначение	наименование	обозначение	
Сила; нагрузка; вес	килограмм—сила тонна—сила грамм—сила	кгс тс гс	ньютон	Н	1 кгс ~ 9,8 Н ~ 10 Н 1 тс ~ $9{,}8 \cdot 10^3$ Н ~ 10 кН 1 гс ~ $9{,}8 \cdot 10^{-3}$ Н ~ 10 мН
Линейная нагрузка Поверхностная нагрузка	килограмм—сила на метр килограмм—сила на квадратный метр	кгс/м кгс/м^2	ньютон на метр ньютон на квадратный метр	Н/м Н/м^2	1 кгс/м ~ 10 Н/м 1 кгс/м^2 ~ 10 Н/м^2
Давление	килограмм—сила на квадратный сантиметр миллиметр водяного столба миллиметр ртутного столба	кгс/см^2 мм вод. ст. мм рт. ст.	паскаль	Па	1 кгс/см^2 ~ $9{,}8 \cdot 10^4$ Па ~ ~ 10^5 Па ~ 0,1 МПа 1 мм вод. ст. ~ 9,8 Па ~ ~ 10 Па 1 мм рт. ст. ~ 133,3 Па
Механическое напряжение Модуль продольной упругости; модуль сдвига; модуль объемного сжатия	килограмм—сила на квадратный миллиметр килограмм—сила на квадратный сантиметр	кгс/см^2 кгс/см^2	паскаль	Па	1 кгс/мм^2 ~ $9{,}8 \cdot 10^6$ Па ~ ~ 10^7 Па ~ 10 МПа 1 кгс/см^2 ~ $9{,}8 \cdot 10^4$ Па ~ ~ 10^5 Па ~ 0,1 МПа

Продолжение

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	подлежащая изъятию		СИ		
	наименование	обозначение	наименование	обозначение	
Момент силы; момент пары сил	килограмм—сила— метр	кгс·м	ньютон—метр	Н·м	1 кгс·м ~ 9,8 Н·м ~ 10 Н·м
Работа (энергия)	килограмм—сила— метр	кгс·м	джоуль	Дж	1 кгс·м ~ 9,8 Дж ~ 10 Дж
Количество теплоты	калория килокалория	кал ккал	джоуль	Дж	1 кал ~ 4,2 Дж 1 ккал ~ 4,2 кДж
Мощность	килограмм—сила— метр в секунду лошадиная сила калория в секунду килокалория в час	кгс·м/с л. с. кал/с ккал/ч	ватт	Вт	1 кгс·м/с ~ 9,8 Вт ~ 10 Вт 1 л. с. ~ 735,5 Вт 1 кал/с ~ 4,2 Вт 1 ккал/ч ~ 1,16 Вт

Продолжение

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	подлежащая изъятию		СИ		
	наименование	обозначение	наименование	обозначение	
Удельная теплоемкость	калория на грамм—градус Цельсия килокалория на килограмм—градус Цельсия	кал/(г·°С) ккал/(кг·°С)	джоуль на килограмм—кельвин	Дж/(кг××К)	1 кал/(г·°С) ~ 4,2 10^3 Дж/(кг·К) 1 ккал/(кг·° С)~4,2 кДж/(кг·К)
Теплопроводность	калория в секунду на сантиметр—градус Цельсия килокалория в час на метр—градус Цельсия	кал/(с·см·°С) ккал/(ч·м·°С)	ватт на метр—кельвин	Вт/(м·К)	1 кал/(с·см·°С) ~ ~420 Вт/(м·К) 1 ккал/(ч·м²·°С) ~ ~1,16 Вт/(м·К)
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи); коэффициент теплопередачи	калория в секунду на квадратный сантиметр—градус Цельсия килокалория в час на квадратный метр—градус Цельсия	кал/(с·см²×××°С) ккал/(ч×× × м².°С)	ватт на квадратный метр—кельвин	Вт/(м²×××К)	1 кал/(с·см²·°С) ~ ~42 кВт(м²·К) 1 ккал/(ч·м²·°С) ~ ~1,16 кВт/(м²·К)

В 1977 году устанавливается новый порядок распространения изданий Стройиздата, рассчитанных на специалистов узкого профиля, по предварительным гарантированным заказам покупателей.

Индивидуальные покупатели оформляют заказы на почтовых открытках с указанием обратного адреса, а учреждения и предприятия — гарантийными письмами и сдают их в местные книжные магазины, распространяющие научно-техническую литературу.

СПЕЦИАЛИСТАМ БУДУТ ПРЕДЛОЖЕНЫ:

Альбом проектов сельских общественных зданий. 17 л., 1 р. 40 к. Т. п. № 171.

Амстибовицкий М. А. Экономические методы управления строительным производством. 12 л., 64 к. Т. п. № 158.

Арабаджян И. Р. Вибрационная укладка бетона под водой в условиях Севера. 6 л., 60 к. Т. п. № 192.

Арсенцев В. А. Арболит (производство и применение). 15 л., 91 к. Т. п № 193.

Беляева Е. Л. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия. 10 л., 76 к. Т. п. № 166.

Блохин В. В. Композиция в промышленной архитектуре. (Творческая трибуна архитектора.) 6 л., 46 к. Т. п. № 164.

Борщов Д. Я. Чугунные секционные котлы в коммунальном хозяйстве. 12 л., 60 к. Т. п. № 206.

Варвак П. М., Варвак Л. П. Метод сеток в задачах расчета строительных конструкций. 7 л., 47 к. Т. п. № 179.

Газиев Э. Г. Устойчивость скальных массивов и методы их закрепления 10 л., 55 к. Т. п. № 203.

Глик Ф. Г., Роговин А. Е. Развитие систем пассажирского транспорта в крупных городах (на примере Минска). 6 л., 42 к. Т. п. № 167.

Гутнов А. А., Лежава И. Г. Будущее города. (Творческая трибуна архитектора.) 12 л., 91 к. Т. п. № 168

Динкевич С. З. Расчет циклических конструкций. Спектральный метод. 6 л., 40 к. Т. п. № 180.

Евтихеев А. Л. Работы нулевого цикла на строительстве в условиях Севера. Изд. 2-е, перераб. и доп. 10 л., 60 к. Т. п. № 188.

Зосимов Г. И., Платонов Ю. П., Сергеев К. И. Проектирование научных комплексов. 15 л., 1 р. 05 к. Т. п. № 169.

Исследования по теории сооружений. Вып. 23 Под ред. Б. Г. Коренева, И. М. Рабиновича, А. Ф. Смирнова. 20 л., 1 р. 40 к. Т. п. № 181.

Кажлаев Н. Г. Экономические проблемы строительства в сейсмических районах. 8 л., 42 к. Т. п. № 159.

Козлов П. С. Пансионаты для семейных. (Архитектору-проектировщику.) 6 л., 42 к. Т. п. № 172.

Кротков Е. А., Березин В. П. Специализация в строительстве. 10 л., 53 к. Т. п. № 160.

Курбатова И. И. Химия гидратации портландцемента. 8 л., 42 к. Т. п. № 194.

Ларионова З. М., Никитина Л. В., Гарашин В. Р. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного камня и бетона. 12 л., 84 к. Т. п. № 198.

Лахтин В. Н. Система расселения и архитектурно-планировочная структура городов Урала. 10 л., 70 к. Т. п. № 170.

Либерман И. А. Особенности экономики строительства на Севере. 5 л., 30 к. Т. п. № 161.

Лишак В. И. Расчет бескаркасных зданий с применением ЭВМ. 12 л., 60 к. Т. п. № 175.

Маркус Д. Круглые и кольцевые плиты при обратносимметричном загружении. Пер. с нем. 15 л., 1 р. 28 к. Т. п. № 182.

Методика реставрации памятников архитектуры. 20 л., 1 р. 60 к. Т. п. № 165.

Мярс Г. И. Административные здания и комплексы на Севере. 8 л., 60 к. Т. п. № 173.

Новая технология керамических плиток. 20 л., 1 р. 27 к. Т. п. № 195.

Одинцов Д. Г. Транспортирование строительных материалов и сборных конструкций. 10 л., 50 к. Т. п. № 189.

Орлов В. О., Дубнов Ю. Д., Меренков Н. Д. Пучение промерзающих грунтов и его влияние на фундаменты сооружений. 12 л., 1 р. 20 к. Т. п. № 204.

Перспективное планирование строительно-монтажных работ в условиях АСУС. 12 л., 64 к. Т. п. № 162.

Предварительно-напряженные непрерывно армированные железобетонные конструкции с прядевой арматурой. 6 л., 40 к. Т. п. № 183.

Проект организации строительства жилищно-гражданских объектов в пустынных и горных районах Южной зоны страны. 9 л., 45 к. Т. п. № 190.

Проект организации строительства промышленного предприятия в пустынных и горных районах Южной зоны страны. 9 л., 45 к. Т. п. № 191.

Расчет пространственных конструкций. Вып. 17. Под ред. С. А. Алексеева, В. В. Новожилова. 15 л., 1 р. Т. п. № 184.

Ренский А. Б., Баранов Д. С., Макаров Р. А. Тензометрирование строительных конструкций и материалов. 15 л., 1 р. 05 к. Т. п. № 185.

Розин Л. А. Метод конечных элементов в применении к упругим системам. 8 л., 54 к. Т. п. № 186

Сарыкулова В. Д. Организационные формы управления строительством в капиталистических странах. 10 л., 70 к. Т. п. № 163.

Семенов А. Д. Таблицы и графики для построения проектных горизонталей. 5 л., 35 к. Т. п. № 174.

Смирнов О. Г. Расчет элементов каркасно-панельных зданий с учетом гибкости. 10 л., 70 к. Т. п. № 187.

Спирин Ю. Л. Теория и практика патентоспособных разработок в технологии строительных материалов. 18 л., 1 р. 24 к. Т. п. № 199.

Тыкачинский И. Д. Проектирование и синтез стекол и ситаллов с заданными свойствами. 8 л., 50 к. Т. п. № 200.

Ханджи В. В. Расчет многоэтажных зданий со связевым каркасом. 12 л., 60 к. Т. п. № 176.

Хоров Л. Т. Автоматизация процессов производства кровельных и гидроизоляционных материалов. 12 л., 65 к. Т. п. № 196.

Чистяков Б. З., Мысатов И. А., Бочков В. И. Производство газо-

бетонных изделий по резательной технологии. 16 л., 1 р. 05 к. Т. п. № 197.

Шапошников М. А. Геотехнические исследования для строительства на болотистых грунтах. 8 л., 80 к. Т. п. № 205.

Шеин В. И. Физико-химические основы оптимизации технологии бетона. 15 л., 1 р. 11 к. Т. п. № 201.

Штейн И. И. Конструкции и методы устройства швов крупнопанельных крыш. 6 л., 35 к. Т. п. № 177.

Шунгский Б. Е. Строительные конструкции с сотовыми заполнителями. 10 л., 50 к. Т. п. № 178.

Эксплуатация и ремонт зданий на лессовых просадочных грунтах. 7 л., 35 к. Т. п. № 207.

Аннотации на эти книги даны во второй части тематического плана Стройиздата на 1077 г., который будет направлен во все книжные магазины.

При отказе местных магазинов в приеме заказов рекомендуем обращаться по адресам:

117334, Москва, Ленинский проспект, 40, магазин № 115, отдел «Книга — почтой»;

195027, Ленинград, Большеохтинский пр., 3, магазин № 19 Строительная книга».

Своевременно оформите заказ! В розничную продажу эта литература поступать не будет.

gost.e-ecolog.ru