

**МИНМОНТАЖСПЕЦСТРОЙ  
ГПКИ «ПРОЕКТМОНТАЖАВТОМАТИКА»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**УСТРОЙСТВО СЕТЕЙ ЗАЗЕМЛЕНИЯ**

**ПОСОБИЕ К ВСН 205-84/ММСС СССР**

**РМ 4-249-91**

**1991**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ**

Разработан - ГПКИ «Проектмонтажавтоматика»

Исполнители: Чудинов М.А., Гуров А.Н., Манин В.С.

---

**Системы автоматизации технологических процессов**

**РМ 4-249-91**

**УСТРОЙСТВО СЕТЕЙ ЗАЗЕМЛЕНИЯ**

**Взамен ВСН 296-72**

**Пособие к ВСН 205-84**

---

Дата введения 01.06.91.

Настоящий материал является пособием по устройству сетей заземления систем автоматизации технологических процессов, проектно-сметная документация которых выполняется в объеме требований РТМ 36.22.7-89 «Системы автоматизации технологических процессов. Основные требования к рабочей документации».

Пособие разработано в развитие [ВСН 205-84/ММСС СССР](#) «Инструкция по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов». В него включены указания по выбору заземляющих проводников, их сечений, методов соединений их с оборудованием и между собой.

В одном материале сосредоточены действующие требования и справочные материалы для проектирования и монтажа сетей заземления систем автоматизации.

Нормативная часть базируется на требованиях главы 1.7. Правил устройства электроустановок (ПУЭ) и раздела 5 [ВСН 205-84/ММСС СССР](#).

Справочная часть базируется на информации, действующей на 1.01.91 г. по инструментам, материалам и оборудованию необходимых для монтажа зануления (защитного заземления). При использовании этих данных следует учитывать возможные изменения, вносимые заводами-изготовителями в номенклатуры выпускаемой продукции.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

1.1. Пособие предназначено для использования при проектировании и монтаже зануления систем автоматизации технологических процессов.

Термины и определения, применяемые в данном РМ, а также рабочей документации, технологических записках, проектах производства работ (ППР) в части зануления (заземления) должны отвечать терминам, принятым [ПУЭ](#) и [СНиП 3.05.06-85](#). Приложение [1](#).

1.2. В пособии рассмотрены электроустановки систем автоматизации напряжением до 380 В переменного и 440 В постоянного тока в соответствии с областью распространения [СНиП 3.05.07-85](#).

Требования и рекомендации, приведенные в пособии, не распространяются на электроустановки систем автоматизации предприятий и производств, в отношении которых действуют специальные требования.

1.3. Для зануления и защитного заземления электроустановок систем автоматизации должна использоваться заземляющая сеть (заземляющее устройство) системы электроснабжения и силового оборудования автоматизируемого объекта.

Исключение составляют системы автоматического контроля на базе управляющих вычислительных комплексов (УВК).

1.4. По требованию заводов-изготовителей УВК не допускается объединять зануление (заземление) этих комплексов с общей системой зануления объекта.

В этих случаях в непосредственной близости от здания аппаратного (машинного) зала комплекса необходимо смонтировать отдельное заземляющее устройство.

1.5. Зануление (заземление) электроустановок систем автоматизации в пожароопасных зонах должно выполняться с учетом требований [ПМ 4-224-89](#), а во взрывоопасных зонах с учетом требований [ПМ 4-223-89](#).

1.6. Рабочая документация по устройству сетей зануления (заземления) должна соответствовать требованиям ПМ 4-6-81 ч. III «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование электрических и трубных проводок. Указания по выполнению документации».

## **2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ СЕТИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

2.1. Зануление (защитное заземление) следует выполнять:

при напряжениях переменного тока 380 В и выше, и постоянного тока 440 В и выше - во всех электроустановках, при номинальных напряжениях переменного тока выше 42 В и постоянного тока выше 110 В - только в электроустановках, размещенных в помещениях с повышенной опасностью и в особо опасных, а также в наружных установках;

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

2.2. Зануление (защитное заземление) рекомендуется выполнять по схемам, приведенным в [ВСН 205-84](#) раздел 5 пункт 5.3 с учетом существующей заземляющей сети системы энергоснабжения и силового оборудования автоматизируемого объекта.

2.3. В электроустановках систем автоматизации с питанием от сети 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.

2.4. В электроустановках систем автоматизации с питанием от сети с изолированной нейтралью должно быть выполнено защитное заземление и предусмотрена возможность выявления и быстрого нахождения замыкания на землю.

2.5. При проектировании и монтаже зануления (заземления) электроустановок систем автоматизации должно быть выполнено основное требование надежной работы системы зануления - сопротивление цепи фаза-нуль должно обеспечить требуемую кратность тока короткого замыкания (см. п. [2.8](#)) у наиболее удаленного электроприемника.

2.6. В рабочей документации автоматизации необходимо осуществить выбор уставок аппаратов защиты, сечений жил проводов и кабелей, сечений нулевых защитных проводников согласно требований [ПМ 4-4-85](#) «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование систем электропитания» разделы [4](#) и [5](#), произвести проверку условий срабатывания автоматических выключателей и предохранителей.

2.7. Зануление должно быть выполнено так, чтобы ток короткого замыкания в аварийном участке имел величину, достаточную для расплавления плавкой вставки ближайшего предохранителя или отключения ближайшего автомата. Для этого

сопротивление цепи короткого замыкания должно быть достаточно малым. Сопротивление цепи замыкания в сети с занулением электроустановок называют «Сопротивление фаза-нуль».

Если сопротивление цепи велико, отключение произойдет с большой выдержкой времени или вовсе не произойдет, ток замыкания длительное время будет проходить по цепи замыкания и напряжение (а оно может быть опасным) будет сохраняться на поврежденном корпусе и других элементах электроустановки, электрически связанных с сетью зануления.

2.8. Для обеспечения надежного отключения аппаратов защиты в электрических сетях, где выполнено зануление, должно соблюдаться следующее требование:

$$\text{ток замыкания } I_3 \text{ должен быть } I_3 \leq k \cdot I_n,$$

где  $I_n$  - номинальный ток плавкой вставки или ток уставки расцепителя автомата;

$k$  - коэффициент кратности тока замыкания по отношению к току плавкой вставки (предохранителя) ток уставки расцепителя и должен быть:

не менее 3-х при защите плавкими вставками и автоматами, имеющими расцепители с обратозависимой от тока характеристикой;

не менее 1,4 при защите автоматами, имеющими только электромагнитный расцепитель с номинальным током до 100 А;

во взрывоопасных установках - не менее 4-х при защите предохранителями и не менее 6 при защите автоматами с обратозависимой от тока характеристикой.

При проектировании системы зануления объекта необходимо выполнять следующую зависимость:

большой ток замыкания - наименьшие токи плавких вставок и токи срабатывания автоматов.

2.9. Проводимость нулевого защитного проводника должна составлять не менее 50 % проводимости фазного проводника с тем, чтобы сопротивление защитного проводника не превышало более чем в два раза сопротивления фазного проводника.

2.10. В системах электропитания с изолированной нейтралью сечение заземляющих проводников должно быть не менее 1/3 сечения фазных, и проводимость проводников из различных материалов - не менее 1/3 сечения фазных.

2.11. По условию механической прочности и стойкости к коррозии нулевые защитные (заземляющие) проводники должны иметь размеры не менее указанных в табл. [1.7.1 ПУЭ](#) (приложение 2).

2.12. В электроустановках систем автоматизации к частям, подлежащим занулению (заземлению) относятся:

металлические корпуса контрольно-измерительных приборов, регулирующих устройств, аппаратов управления, защиты, сигнализации, освещения, корпуса электродвигателей исполнительных механизмов, электроклапанов, задвижек и т.п.;

металлические щиты и пульты всех назначений съемные или открывающиеся части щитов и пультов, если на них установлена электроаппаратура напряжением 42 В и выше переменного или 110 В и выше постоянного тока;

металлические оболочки, броня и муфты контрольных и силовых кабелей, металлорукава, стальные трубы электропроводок, металлические соединительные и проходные коробки, короба, лотки, кабельные конструкции и другие металлические элементы крепления электропроводок, включая тросы и полосы, на которых укреплены кабели и провода;

металлические оболочки и броня контрольных кабелей и проводов с цепями напряжением до 42 В переменного и 110 В постоянного тока, проложенные на общих металлических конструкциях с кабелями и проводами, оболочки и броня которых подлежит занулению (заземлению);

металлические корпуса переносных и передвижных электроприемников;

электрофицированный инструмент;

металлические корпуса (а в необходимых случаях и обмотки, см. пп. [2.16](#), [2.17](#)) стационарных и переносных трансформаторов и выпрямительных устройств;

2.13. Не требуется преднамеренно занулять (заземлять) отдельными проводниками приборы, аппараты и средства автоматизации, устанавливаемые на зануленных (заземленных) щитах и пультах или иных металлоконструкциях, если обеспечивается надежный металлический и электрический контакт между корпусами и металлоконструкцией (отсутствие краски, лака, окислов, наличие царапающих гаек и других средств, обеспечивающих защиту соединения от окисления и коррозии); открывающиеся и съемные части зануленных (заземленных) металлических щитов, пультов, ограждений и т.п., если на этих открывающихся и съемных частях установлена электроаппаратура напряжением, не превышающим 42 В переменного или 110 В постоянного тока;

корпуса электроприемников с двойной изоляцией и корпусов электроприемников, подключаемых к сети через разделительные трансформаторы. Соединение с системой зануления таких токоприемников не допускается.

2.14. В цепи зануляющих и заземляющих проводников, в том числе и в цепи нулевых рабочих проводников, не должны устанавливаться рубильники, пакетные выключатели или предохранители.

2.15. Зануление отдельно стоящих однофазных электроприемников должно осуществляться третьим проводом, проложенным от щита контроля и управления, к которым подключен данный электроприемник.

2.16. Зануление (заземление) вторичной обмотки разделяющих трансформаторов запрещается. Корпус трансформатора в зависимости от режима нейтрали сети, питающей первичную обмотку, должен быть занулен или заземлен.

2.17. Понижающие трансформаторы в зависимости от режима нейтрали сети (глухозаземленная или изолированная), питающей первичную обмотку следует занулять (заземлять) корпус трансформатора, а также один из выводов (одну из фаз) или нейтраль (среднюю точку) вторичной обмотки.

Указанные требования не распространяются на трансформаторы, устанавливаемые по указаниям заводов-изготовителей для питания отдельных типов приборов и средств автоматизации с целью повышения их помехозащищенности и для гальванического разделения цепей питания приборов с внешней электрической сетью.

2.19. Каждая часть электроприемника, подлежащего занулению (заземлению) должна быть присоединена к сети зануления (заземления) отдельным проводником (ответвлением от магистрали).

Последовательное включение в зануляющий (заземляющий) проводник зануляемых частей оборудования запрещается.

2.20. Нулевые защитные (заземляющие) проводники должны образовывать непрерывную электрическую цепь по всей их длине.

2.21. В качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников в электроустановках систем автоматизации следует, как правило, использовать:

- нулевые рабочие проводники в электроустановках с глухозаземленной нейтралью;
- специально предусмотренные для этой цели проводники (жилы кабелей, провода, специальные полосы и т.п.);
- стальные трубы электропроводки;
- алюминиевые оболочки кабелей;
- металлические короба и лотки.

2.22. Допускается в качестве нулевых защитных заземляющих проводников в системах автоматизации использовать:

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

металлические стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов, горючих и взрывоопасных веществ и смесей, систем канализации и центрального отопления;

металлические конструкции зданий.

2.23. Использование металлических оболочек проводов, несущих тросов, металлорукавов, брони и свинцовых оболочек кабелей в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников запрещается во всех случаях.

2.24. Если в качестве нулевых защитных проводников используются не медные и алюминиевые проводники, а стальные полосы, круглая сталь (проволока) или стальные защитные трубы, то при выборе их сечения необходимо учитывать, что сопротивление стальных проводников очень велико, а также зависит от профиля проводника, так как в стальном проводнике переменный ток распределяется неравномерно и в основном протекает по его поверхности. Поэтому, например, круглая сталь как проводник имеет более выгодный профиль, чем полосовая. Одновременно надо учитывать и значительное расстояние, на котором они проложены от фазных, из-за чего увеличивается сопротивление цепи (индуктивное сопротивление в цепи фаза-нуль).

В целях уменьшения индуктивного сопротивления цепи фаза-нуль нулевые защитные проводники следует размещать совместно или в непосредственной близости с фазными. Приложение 3.

2.25. Зануление (заземление) металлических щитов, пультов и стативов должно выполняться с учетом требований [ПМ 3-82-80](#) «Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Конструкция. Особенности применения».

2.26. Электроприемники, подверженные вибрации зануляют (заземляют) гибкими медными перемычками.

2.27. Узлы зануления (заземления) должны иметь опознавательные знаки, надписи или символы.

Размеры и цвет опознавательных знаков, надписей и символов должны обеспечивать возможность чтения маркировки без увеличительных приборов при нормальной освещенности.

2.28. Заземляющие устройства управляющих вычислительных комплексов (УВК) должны состоять из:

внешнего контура - заземлитель;

внутреннего контура - магистраль с ответвлениями.

Заземлитель выполняется в виде стержней или плит, закопанных в землю (см. п. [3.19](#)). ~~Сопротивление заземлителя растеканию тока должно быть не более 1 Ом.~~

**(Измененная редакция, [Изм. № 1](#).)**

2.29. Заземлители должны быть связаны с магистралями заземлений не менее чем двумя проводниками, присоединенными к заземлителю в разных местах.

Заземлители не должны иметь окраски и наименьшие размеры должны быть:

диаметр круглых (прутковых) -

не оцинкованные 10 мм;

оцинкованные 8 мм.

Угловая сталь сечением 50×50×5 мм.

Полосовая сталь 40×4 мм

Сечение прямоугольных стержней 48 мм<sup>2</sup>.

2.30. Внутренний контур заземления УВК выполняют из проводника (полосовая сталь), проложенного по стене кабельного канала или под фальшполом и охватывающего все стойки комплекса в замкнутую цепь.



2.31. Запрещается подключать к контуру заземления комплекса любое электрооборудование, не входящее в состав УВК.

2.32. Система заземления (внутренний + внешний контур) УВК должна иметь сопротивление не более 4 Ом по постоянному току и в диапазоне частот до 10 МГц не превышать 10 Ом.

Допускается присоединение УВК к заземляющему устройству здания, если оно имеет сопротивление растеканию тока не более 3 Ом.

### **3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ ЗАНУЛЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ**

3.1. Монтаж зануления, защитного заземления должен заполняться одновременно со всеми монтажными работами, начиная с установки закладных элементов и несущих металлоконструкций под средства автоматизации, а также совместно с прокладкой электропроводок и установкой приборов и средств автоматизации.

3.2. Монтаж зануления (защитного заземления) должен выполняться строго в соответствии с рабочей документацией системы автоматизации с учетом требований ПУЭ, ПТЭ и ТБ, ССБТ.

3.3. Отступления от рабочих чертежей при производстве работ по занулению (защитному заземлению) должны быть согласованы заказчиком с проектной организацией.

3.4. Соединения и ответвления стальных нулевых защитных (заземляющих) проводников между собой должны быть выполнены сваркой или болтовым соединением.

Ответвления нулевых защитных (заземляющих) проводников должны быть видимыми, а места соединения проводников с узлами зануления (заземления) оборудования должны быть доступны для осмотра.

Требования о видимости и доступности осмотра не распространяются на нулевые защитные (зануляющие) жилы кабелей и нулевые защитные (заземляющие) проводники, проложенные в трубах, коробах и пучках проводов на лотках.

3.5. Присоединение стальных нулевых защитных (заземляющих) проводников к оборудованию выполняют сваркой или болтовым соединением. Соединение стальных проводников при устройстве заземлителей выполняются только сваркой.

Сварные соединения должны отвечать требованиям технологической инструкции ТИ 4.25290.11101 «Сварка конструкций из углеродистой стали» и ОСТ4.ГО.005.007 «Соединения сварные. Общие технические условия».

Болтовые соединения должны отвечать требованиям ГОСТ 10434-82 «Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования», относящиеся ко 2-му классу соединений. При этом должны быть предусмотрены меры против ослабления (установка пружинных шайб, контргаек и т.п.) и коррозии (покрытие лаком, техническим вазелином и т.п.) контактного соединения.

Болтовое соединение предпочтительно применять в производственных помещениях и наружных установках без агрессивных сред.

3.6. Сварка остальных нулевых защитных (заземляющих) проводников выполняется внахлестку.

Длина нахлестки должна быть равной двойной ширине проводника при прямоугольном сечении и шести диаметрам при круглом (см. рис. 1).

При Т-образном соединении остальных проводников длина нахлестки определяется шириной стальной полосы.

3.7. Подключаемые стальные нулевые защитные (заземляющие) проводники из плоской стали в местах подключения к узлам заземления должны иметь (см. рис. 2а):

ширину стальной полосы не менее  $2,4d$  винта (болта) узла заземления;

отверстие под винт (болт) на 1 мм больше диаметра винта (болта) узла заземления;

длину участка подключения (контактный участок) не менее 20 мм.

## Соединение стальных нулевых защитных проводников

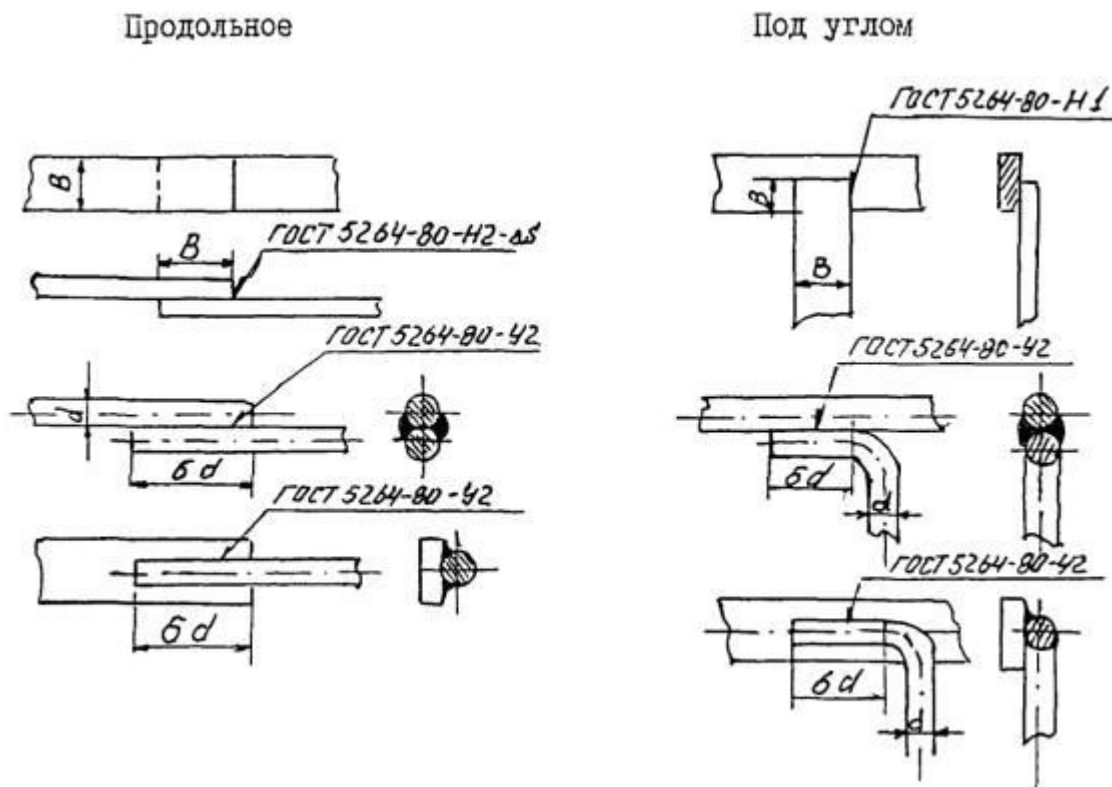
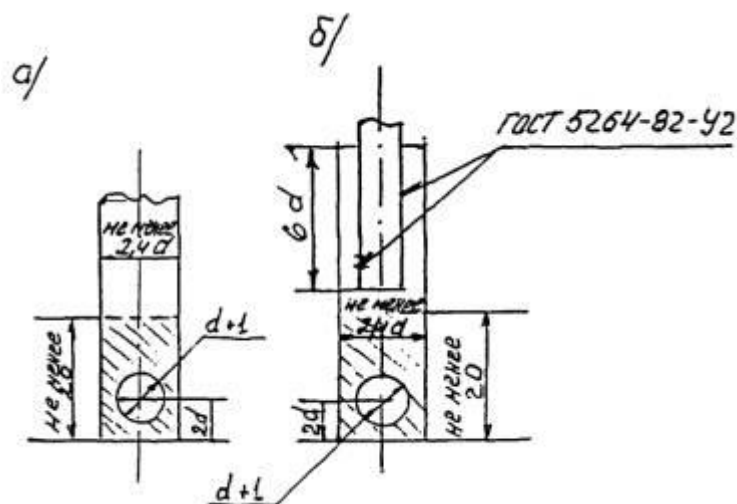


Рис. 1

При подключении нулевых защитных (заземляющих) проводников из круглой стали (катанки, проволоки) к узлам заземления необходимо:

к концу проводника из круглой стали приварить отрезок стальной полосы с указанными выше размерами, причем длина сварного шва должна быть не менее  $6d$  проводника из круглой стали (см. рис. 2, б.).

Подготовка стальных нулевых защитных проводников к подключению



а) - проводник прямоугольного сечения

б) - проводник круглая сталь

Рис. 2

3.8. В сухих помещениях плоские стальные нулевые защитные (заземляющие) проводники прокладываются горизонтально и вертикально непосредственно по стенам зданий и сооружений. Приложение 4.

Крепление проводников к стенам (бетонным и кирпичным) осуществляют пристрелкой.

3.9. Круглые стальные нулевые защитные (заземляющие) проводники прокладывают на опорах, изготовляемых в МЗМ или на месте монтажа, из полосовой стали размером 20×3 мм. Шаг опор обычно составляет не менее 1 м. Приложение [5](#).

Крепление проводников к опорам осуществляют сваркой.

3.10. Для крепления нулевых защитных проводников из стальной полосы пристрелкой применяют дюбель-гвозди диаметром 4,5 мм длиной 30 - 40 мм для работ по бетону и длиной 60 - 80 мм для работ по кирпичу.

Пристрелку производят строительным пистолетом типа Пц-84 или оправкой пороховой ручной ОДП-6М.

Выбор дюбелей и патронов производится в соответствии с РТМ 36.6-87 «Инструмент пороховой. Типы, технические данные, область применения».

3.11. В сырых и особо сырых помещениях, в помещениях с агрессивными средами прокладку стальных нулевых защитных (заземляющих) проводников ведут на опорах, аналогичных опорам в п. [3.10](#) или прокладках из полосовой стали так, чтобы расстояние между зануляющим (заземляющим) проводником и поверхностью основания было не менее 10 мм. См. Приложение [5](#).

3.12. Стальные нулевые защитные проводники, а также их опоры перед установкой и прокладкой должны быть очищены от ржавчины и покрашены, исключая места соединений и присоединений.

3.13. Окраску стальных проводников, а также опор для их крепления в сырых помещениях, помещениях с агрессивной средой и наружных установках производят красками и эмалями, стойкими в отношении химических и атмосферных воздействий.

3.14. Подключаемые нулевые защитные (заземляющие) проводники из цветных металлов (жилы кабелей и проводов) к узлам заземления приборов, щитов и др. оборудования должны быть оконцованы наконечниками. Приложение [6](#).

Допускается заделывать концы проводников кольцом, при этом многопроволочные медные жилы должны быть облужены.

Оконцевание нулевых защитных проводников производят в соответствии с типовым технологическим процессом на оконцевание и подключение кабелей и проводов [ТТП4.01200.27000](#).

3.15. При вводе в щит нулевой защитный проводник (нулевая жила кабеля) должен быть присоединен непосредственно к узлу заземления щита, минуя сборку зажимов и вводную коммутационную аппаратуру.

Стальные нулевые защитные (заземляющие) проводники, подводимые к щиту, пульту и т.п., должны подключаться внутри опорной рамы к узлу заземления.

3.16. В щитовых помещениях (операторские, аппаратные залы и т.п.) при компоновке центрального щита опорные рамы одно и многосекционных щитов должны быть соединены между собой путем установки перемычек из полосовой стали между узлами заземления каждой рамы.

Соединение щитов, пультов и стативов выполняют согласно требований ТТП 3-01-83 «Монтаж щитов, пультов, стативов. Технические требования».

3.17. Подключение гибких медных перемычек к электроприемникам, подверженным вибрации, осуществляется при помощи болтового соединения, подключая перемычки к узлу заземления токоприемника и зануленной металлоконструкции.

Перемычки должны быть оконцованы наконечниками с обеих сторон, а болтовое соединение должно иметь стопорные или пружинные шайбы.

3.18. Маркировочные знаки должны быть четкими, хорошо видимыми и соответствовать рабочим чертежам.

Маркировку выполняют масляными красками или нитроэмалями, стойкими к истиранию и замасливаю.



3.19. Для устройства (монтажа) заземлителей применяют стальные стержни (электроды), вдавливаемые или забиваемые вертикально в подготовленную траншею. Приложение 7.

Длина вертикальных заземлителей обычно принимается равной: вдавливаемых - 3 - 4,5 м; забиваемых - 2,5 - 3 м.

3.20. Сечение, длина и план расположения вертикальных заземлителей определяется рабочей документацией.

Не допускается уменьшение расчетного расстояния между заземлителями, т.к. уменьшение расстояния между ними приводит к увеличению суммарного сопротивления растеканию тока из-за явления экранирования.

3.21. Глубина заложения верха вертикальных заземлителей должна быть равна 0,6 - 0,7 м от уровня планировочной отметки земли и выступать от дна траншеи на 0,1 - 0,2 м для удобства приварки к ним горизонтальных соединительных полос или круглых стержней.

3.22. Металлические оболочки проводов и кабелей, брони кабелей, металлические оплетки проводов, а также металлические экраны кабелей должны быть занулены (заземлены) (рис. 3) с двух сторон путем присоединения к ним гибких нулевых защитных (заземляющих) проводников из цветного металла пайкой и подключения их к узлам заземления щитов питания и оборудования. Приложение 8.

Присоединение гибкого нулевого защитного (заземляющего) проводника к броне должно производиться:

при ленточной броне - к обеим бронелентам (см. рис. 3);

при проволоочной броне - ко всем проволокам по окружности наружной поверхности.

Пайку гибких проводников производят в соответствии с требованиями технологической инструкции ТИ 3.25280.12000 «Пайка монтажных соединений проводов и кабелей».

3.24. При занулении (заземлении) кабельных конструкций стальные нулевые защитные проводники следует приваривать:

к основанию одиночной полки;

к стойкам (кабельным) (см. рис. 4);

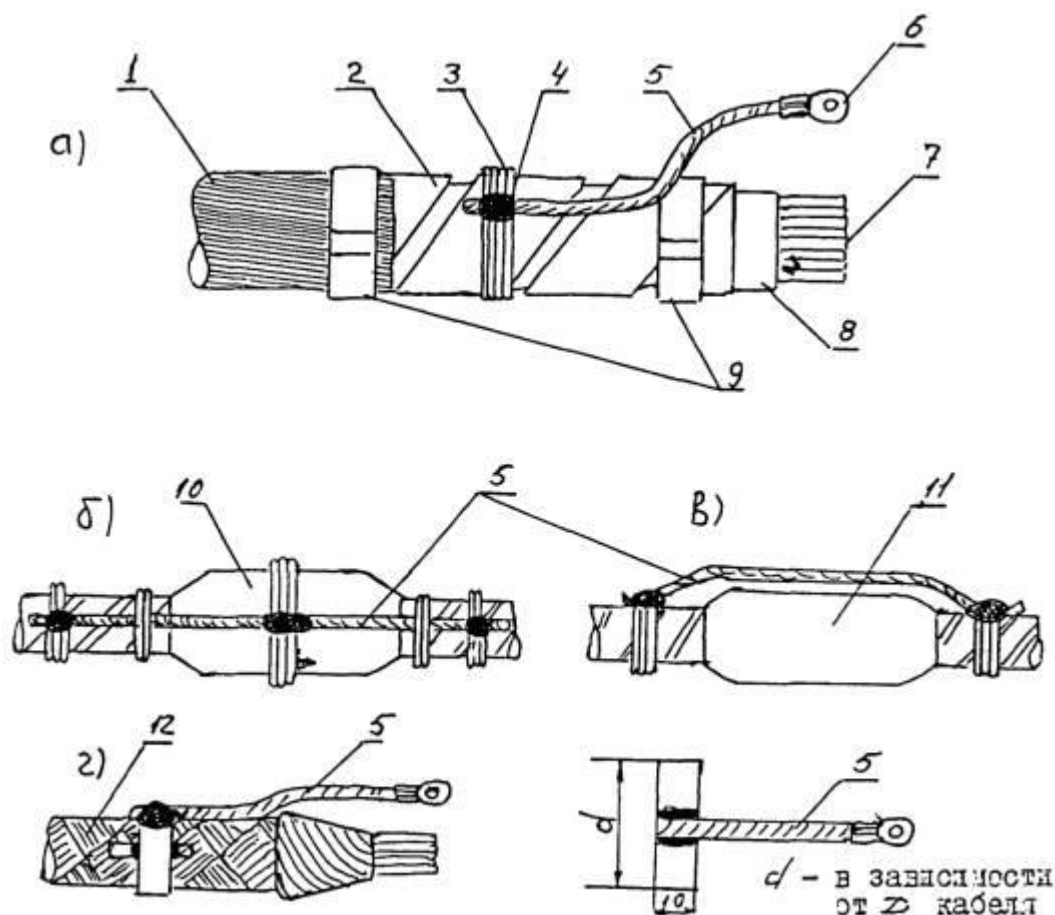
к перфорированным профилям.

Линию кабельных конструкций после приварки зануляющего проводника соединяют с узлом зануления на местном щите системы автоматизации с одной стороны, а с другой присоединяют к зануленному (заземленному) оборудованию или металлоконструкции системы автоматизации.

Оцинкованные кабельные конструкции зануляют (заземляют) при помощи болтового соединения с учетом требований п. 3.8.

3.25. Зануление (заземление) металлических соединительных (клеммных) коробок осуществляют присоединением нулевого защитного проводника (жила кабеля, отдельный провод в пучке) к внутреннему узлу заземления коробки рис. 5.

Зануление брони кабелей и экранирующих оплеток



а - зануление брони кабелей при концевой заделке;

б - зануление брони кабелей при соединении в металлических соединительных муфтах;

в - зануление брони кабелей при соединении в пластмассовых муфтах;

г - зануление экранирующих оплеток кабелей.

1 - покров; 2 - броня кабеля; 3 - проволочный бандаж; 4 - место пайки; 5 - зануляющий проводник; 6 - наконечник; 7 - жилы кабеля; 8 - оболочка кабеля; 9 - бандаж из стальной ленты; 10 - соединительная металлическая муфта; 11 - пластмассовая муфта; 12 - экранирующая оплетка; 13 - луженая полоска из меди или жести

Рис. 3

При отсутствии внутреннего узла заземления коробки заземляют снаружи присоединением гибких заземляющих проводников от заземленных металлоконструкций, оболочек и брони подводимых кабелей болтовым соединением.

Опорные конструкции, подводимые к коробке кабелей, соединяют между собой стальными проводниками и присоединяют к корпусу коробки болтовым соединением.

3.26. Трассы металлических коробов, перфорированных, решетчатых лотков должны быть занулены (заземлены) не менее чем в двух противоположных друг от друга местах (в начале и в конце трассы) путем приварки стальных проводников к опорным конструкциям или болтовым соединением гибких проводников из цветного металла.

Каждое ответвление от трассы коробов и лотков должно быть занулено (заземлено) при помощи своего отдельного проводника, подключаемого в конце ответвления.

Секции коробов, лотков и их ответвления должны образовывать непрерывную электрическую цепь по всей длине трассы.

3.27. Нулевые защитные (заземляющие) проводники в начале трассы коробов или лотков подключают к узлу заземления щита системы автоматизации болтовым соединением во всех случаях.

В конце трассы коробов или лотков нулевые защитные (заземляющие) проводники подключают к заземленным конструкциям или оборудованию сваркой или болтовым

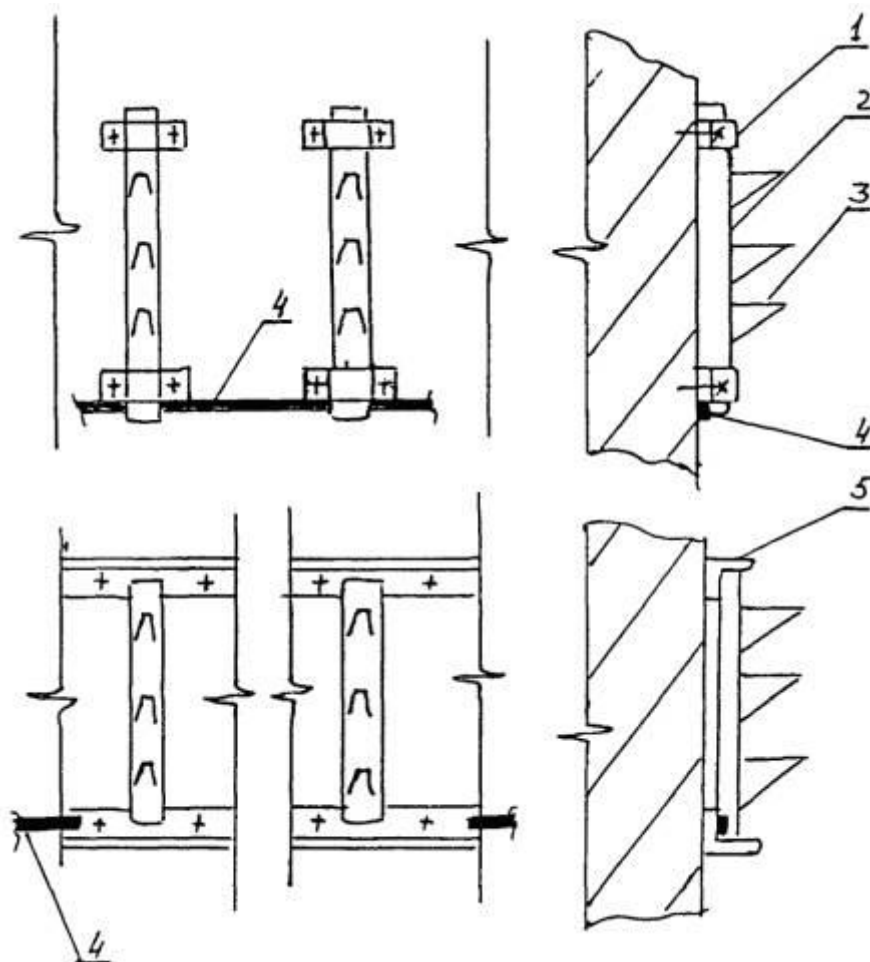
соединением в зависимости от вида применяемого проводника (ст. полосовая, многопроволочный гибкий провод).

3.28. Зануление стальных защитных труб электропроводок осуществляют путем присоединения:

стальных проводников (полосовая или круглая сталь) сваркой (допускается применение хомута с приваркой к нему проводника) рис. 6;

гибких перемычек (заземляющие проводники по ТУ 36-1276-85) болтовым соединением (установкой флажка на трубе).

#### Зануление кабельных конструкций



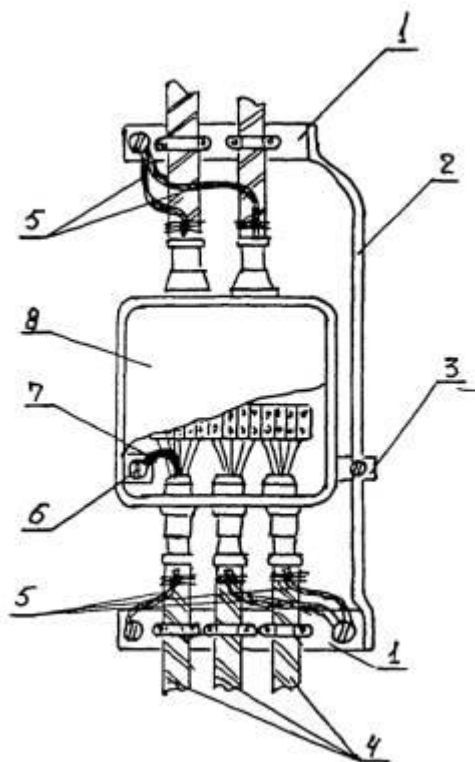
а - конструкции, закрепляемые с помощью скоб;

б - блоки кабельных конструкций, закрепляемых пристрелкой;

1 - скоба; 2 - кабельная стойка; 3 - кабельная полка; 4 - стальной зануляющий проводник; 5 - уголок, на котором собирают блок.

Рис. 4

Зануление металлических соединительных коробок и подводимых к ним кабелей



1 - опорные скобы кабелей; 2 - перемычка из полосовой стали; 3 - наружный узел заземления коробки; 4 - бронь кабелей; 5 - гибкие зануляющие проводники; 6 - внутренний узел заземления коробки; 7 - нулевая жила кабеля; 8 - корпус коробки

Рис. 5

При отсутствии флажков по ТУ 36-2466-82 их изготавливают из полосовой стали размером не менее 30×16×3 мм. Флажок должен иметь отверстие не менее 6,5 мм. Приложение 9.

3.29. Длина охватывающей части стального проводника при соединении с трубой должна быть не менее:

- стальная полоса - 2 ширины полосы;
- стальная проволока - 6 диаметров.

Стальные защитные трубы зануляют (заземляют) в начале и в конце трассы путем присоединения зануляющих проводников к узлам заземления щитов, пультов и соединительных коробок с одной стороны и с другой стороны путем соединения труб с заземленным оборудованием.

3.30. Соединение стальных защитных труб электропроводки с корпусами оборудования должно выполняться:

гибкими перемычками, если стальные трубы не доходят до корпуса оборудования рис. 7;

установкой на трубе двух установочных заземляющих гаек ТУ 36-1447-82 или одной установочной заземляющей гайки и контргайки. Лист корпуса оборудования находится между гайками рис. 8, а;

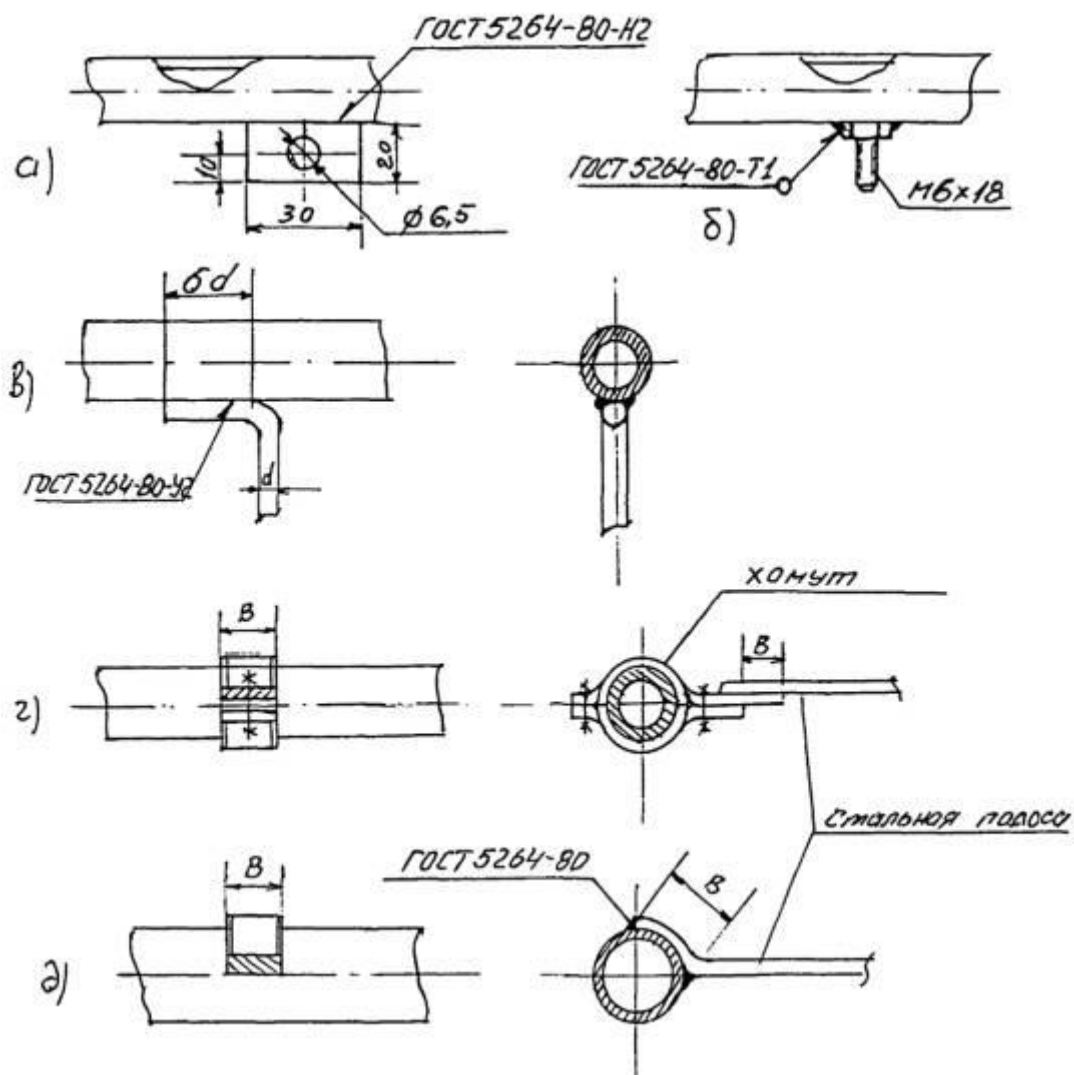
установкой футорки в корпусе оборудования рис. 8, б;

установкой прямой муфты на патрубок оборудования рис. 8, в;

ввертывание трубы в вводной патрубок оборудования рис. 8, г;

установкой ниппеля в корпус оборудования и футорки накрученной на ниппель рис. 8, д.

Присоединение зануляющих проводников к защитным трубам электропроводки

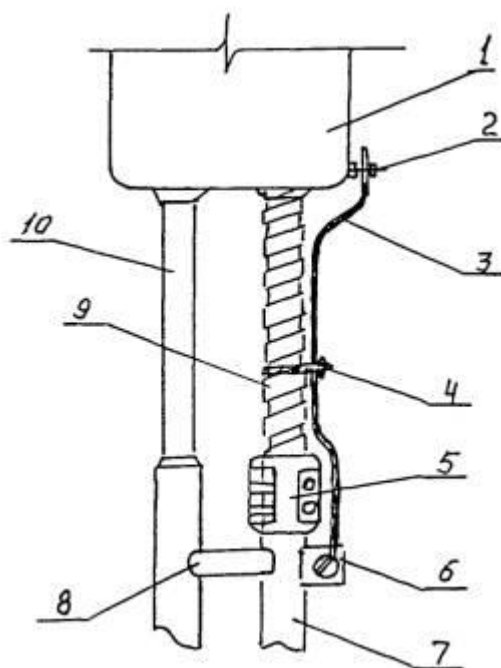


- а - при помощи контактного фланжа;  
б - при помощи приварки болта;  
в - из круглой стали (проволоки);  
г - с помощью хомута;  
д - из полосовой стали

Рис. 6

Соединение стальных труб с корпусами оборудования

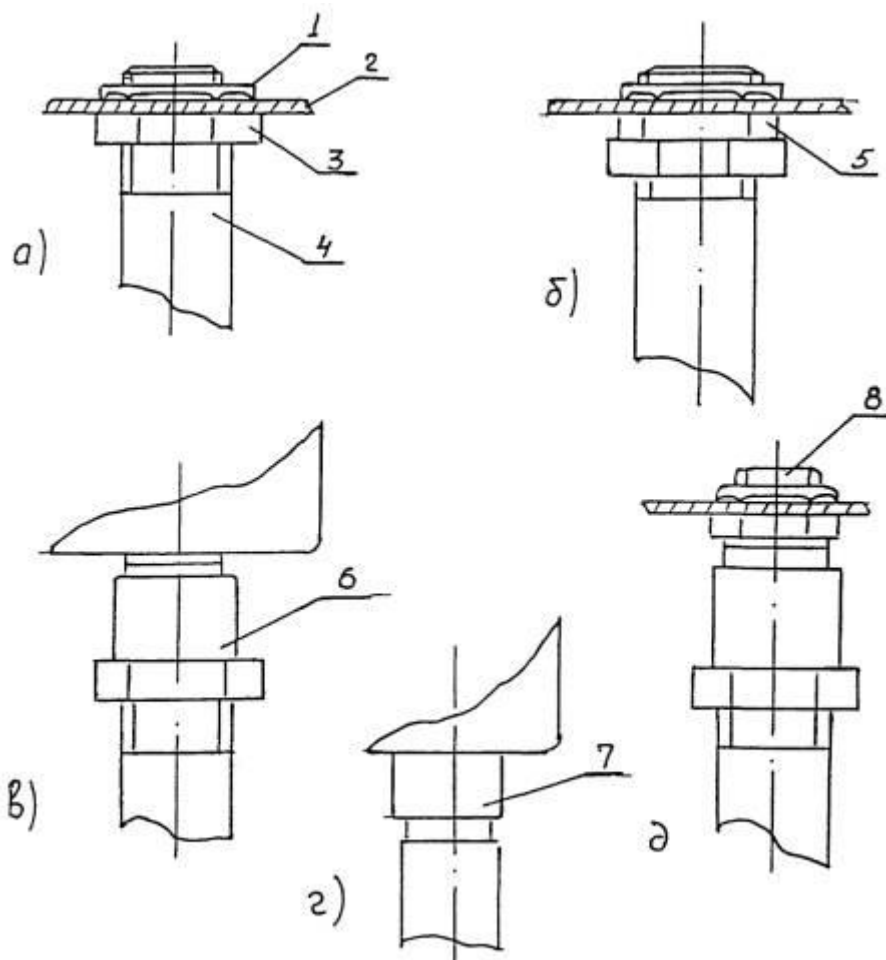




1 - корпус оборудования; 2 - узел заземления; 3 - гибкий проводник (перемычка); 4 - перфолента с кнопкой; 5 - муфта МС; 6 - флажок; 7 - стальная труба; 8 - стальная полоса; 9 - металлорукав; 10 - кабель.

Рис. 7

Соединение трубы электропроводки с корпусом оборудования



а - отверстие в корпусе соответствует наружному диаметру присоединяемой трубы;  
б - отверстие в корпусе больше наружного диаметра трубы;

в - корпус имеет патрубок с наружной резьбой;  
 г - корпус имеет патрубок с внутренней резьбой;  
 д - корпус имеет отверстие меньше наружного диаметра трубы.

1 - заземляющая (царапающая) гайка; 2 - металлический корпус оборудования; 3 - контргайка; 4 - стальная труба электропроводки; 5 - футорка; 6 - муфта прямая; 7 - вводной патрубок корпуса оборудования; 8 - ниппель двойной

Рис. 8

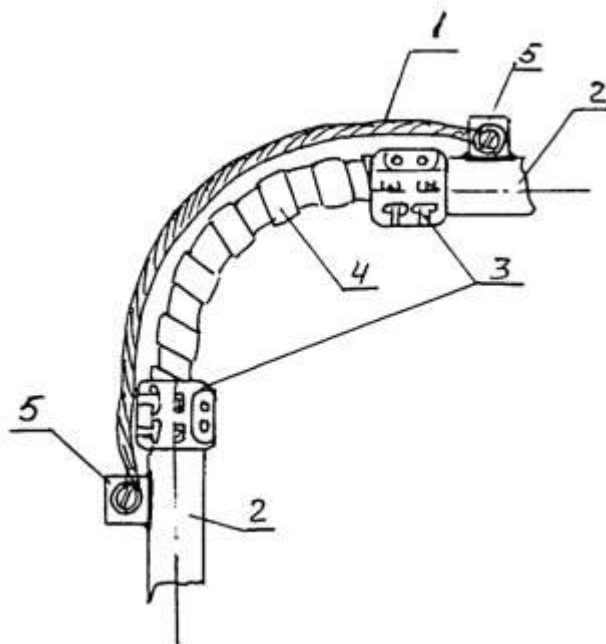
3.31. Во всех случаях муфты устанавливают на конец трубы с короткой резьбой, а контргайки устанавливают со стороны длинной резьбы.

Длинная резьба на стальных трубах выполняется во всех случаях, когда трубу нельзя вращать.

3.32. Если в линии защитных стальных труб имеется участок из гибкого металлорукава, то этот участок обводят перемычкой из полосовой или круглой стали или гибким медным проводником, присоединяя к болтам муфты или к приваренным флажкам рис. 9.

Металлорукава заземляют отдельным проводником. Приложение 10.

Выполнение перемычки в обвод металлорукава



1 - перемычка из гибкого проводника; 2 - стальная труба; 3 - муфта типа МС; 4 - металлорукав; 5 - флажок

Рис. 9

3.33. Заземление тросовых и струнных проводок осуществляют путем прокладки стальных полос (проволоки) от магистрали заземления к анкерам и концевым опорам.

3.34. Несущие тросы соединяют с заземляющими проводниками гибкими перемычками (медными или стальными).

Гибкие перемычки должны иметь сечения не менее:

неизолированные медные гибкие многопроволочные проводники - 2,5 мм;

отрезки стального каната - диаметр 5 мм.

3.35. Свободный конец несущего троса и гибкие перемычки оконцовывают наконечниками или приваривают флажки.

3.36. Присоединение гибких перемычек к тросу производят болтовым соединением (болт М6).

Допускается применять плашечные зажимы УВ67 УХЛ1 для присоединения к тросу гибких перемычек.

## 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

### 4.1. Состав технологического процесса

4.1.1. Технологический процесс монтажа защитного зануления (заземления) систем автоматизации состоит из:

уточнения рабочей документации, частей оборудования, подлежащих занулению (заземлению);

прокладки зануляющих (заземляющих) проводников, предусмотренных рабочими чертежами;

соединения зануляющих (заземляющих) проводников между собой с узлами заземления оборудования, с магистралью заземления;

контроля выполненного защитного зануления (заземления);

сдачи смонтированного защитного зануления (заземления).

### 4.2. Контроль качества работ по монтажу зануления (заземления)

4.2.1. Качество смонтированного защитного зануления (заземления) определяется строгим выполнением требований проектно-конструкторской документации и соответствия рабочим чертежам проекта системы автоматизации, требований [ПУЭ](#), СНиП и настоящей инструкции.

4.2.2. Качество соединений и присоединений определяется требованиями [ГОСТ 10434-78](#) «Соединения контактные электрические. Общие требования», технологической инструкцией «Ручная дуговая сварка углеродистых сталей» ТИ 4.25290.11101.

4.2.3. При выполнении работ по монтажу заземления электроустановок систем автоматизации должен осуществляться контроль качества отдельных операций.

Должны проверяться:

качество сварных швов и линейные размеры (визуально, измерительный инструмент, легкое постукивание молотком);

очистка сопрягаемых поверхностей (визуально) от краски и ржавчины;

приварка стальных гильз к трубам (визуально, легкое постукивание молотком весом 250 г);

установка и приварка перемычек и ответвлений (визуально, легкое постукивание молотком);

крепление стальных заземляющих проводников к основаниям (визуально);

установка и опрессовка наконечников на жилах кабелей и проводов, на перемычках (визуально);

затяжку и наличие пружинных шайб на болтах и винтах (моментный ключ);

наличие зануляющих проводников и их припайку к броне, металлической оболочке кабелей, металлорукаву (визуально);

наличие флажков, болтов на трубах (защитных стальных) с подключенными к ним заземляющими проводниками (визуально);

наличие противокоррозионных мер в местах болтовых соединений (визуально);

окраска перемычек, ответвлений, мест сварки (визуально).

4.2.4. Кроме того, тщательно осматривают и проверяют все проводки с целью проверки наличия электрической цепи от токоприемника до магистрали заземления.

Должны проверяться:

магистраль заземления - металлоконструкция;

металлоконструкция - электроустановка, прибор и т.д.;

электроустановка, прибор и т.д. - стальная защитная труба;

перемычки в обвод металлорукава - стальная защитная труба;

электроустановка, прибор, коробка и т.д. - магистраль заземления;

нулевая клемма, нулевая жила кабеля - магистраль заземления.

4.2.5. Проводка, соединяющая оборудование, приборы с заземляющим устройством, не должна иметь обрывов и неудовлетворительных контактов. Переходное сопротивление в контактах не нормируется и обычно составляет 0,05 - 0,1 Ом.

4.2.6. Проверку наличия непрерывности электрической цепи производят без определения переходного сопротивления в контактах приборами напряжением не выше 12 В.

Измерение сопротивления заземляющей проводки выполняют омметром типа М372.

Измерение сопротивления заземлителей выполняют измерителем заземления М416 или прибором МС-08.

4.2.7. Все дефекты и недоделки должны быть устранены немедленно в процессе монтажа или после проверки.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. При монтаже зануления (заземления) должны строго соблюдаться требования главы СНиП III-4-80\* «Строительные нормы и правила. Правила производства и приемки работ. Техника безопасности в строительстве», «Правила пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства», утвержденных ГУПО МВД СССР, системы стандартов безопасности труда, а также указаниями соответствующих технологических инструкций на отдельные виды работ (сварка, покраска, пайка, применение пороховых инструментов и т.п.).

5.2. Ответственность за соблюдение правил техники безопасности и выполнение мероприятий по технике безопасности, противопожарной технике и производственной санитарии возлагается на производителей работ в пределах руководимых ими работ и на мастеров в пределах участков работ.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### ТЕРМИНОЛОГИЯ ПО ПУЭ

Термин	Определение
Глухозаземленная нейтраль	Нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление
Изолированная нейтраль	Нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации измерения, защиты, заземляющие дугогасящие реакторы и подобные им устройства, имеющие большое сопротивление
Рабочее заземление	Заземление токоведущих частей электроустановки, необходимое для обеспечения работы электроустановки
Зануление	Преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника тока однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока
Заземление	Преднамеренное электрическое соединение какой-либо части электроустановки с заземляющим устройством
Защитное заземление	Заземление частей электроустановки с целью обеспечения электробезопасности
Заземляющее устройство	Совокупность заземлителя и заземляющих проводников
Заземлитель	Проводник (электрод) или совокупность металлически соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей
Магистраль заземления или зануления	Заземляющий или нулевой защитный проводник с двумя и более ответвлениями
Заземляющий проводник	Проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем
Нулевой защитный проводник	Проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока

Термин	Определение
Ток замыкания на землю	Ток, стекающий в землю через место замыкания
Защитное отключение в электроустановках до 1 кВ	Автоматическое отключение всех фаз (полюсов) участка сети, обеспечивающее безопасные для человека сочетания тока и времени его прохождения при замыканиях на корпус или снижении уровня изоляции ниже определенного значения
Коэффициент замыкания на землю	В трехфазной сети отношение разности потенциалов между неповрежденной фазой и землей в точке замыкания на землю другой или двух других фаз к разности потенциалов между базой и землей в этой точке до замыкания
Сопротивление заземляющего устройства	Отношение напряжения на заземляющем устройстве току, стекающему с заземлителя в землю

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Выписка из [ПУЭ](#) гл. 1 - 7

### НАИМЕНЬШИЕ РАЗМЕРЫ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ И НУЛЕВЫХ ЗАЩИТНЫХ ПРОВОДНИКОВ

Таблица 1-7-1

Наименование	Медь	Алюминий	Сталь		
			в здан.	в наруж. установ.	в земле
Неизолированные проводники:					
сечение, мм <sup>2</sup>	4	6	-	-	-
диаметр, мм	-	-	5	6	10
Изолированные провода:					
сечение, мм <sup>2</sup>	1,5*	2,5	-	-	-
Заземляющие и нулевые жилы кабелей и многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами, сечение, мм <sup>2</sup>	1	2,5	-	-	-
Угловая сталь:					
толщина полки, мм	-	-	2	2,5	4
Полосовая сталь:					
сечение, мм <sup>2</sup>	-	-	24	48	48
толщина, мм	-	-	3	4	4
Водогазопроводные трубы (стальные):					
толщина стенки, мм	-	-	2,5	2,5	3,5
Тонкостенные трубы (стальные):					
толщина стенки, мм	-	-	1,5	2,5	недопуск

\* - при прокладке проводов в трубах сечение нулевых защитных проводников допускается применять равным 1 мм<sup>2</sup>, если фазные проводники имеют то же сечение.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### ВЫБОР СЕЧЕНИЙ СТАЛЬНЫХ НУЛЕВЫХ ЗАЩИТНЫХ ПРОВОДНИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЧЕНИЯ ФАЗНЫХ

Сечение фазных проводов или жил кабелей, подключаемых к приборам, аппаратам и другим средствам автоматизации		Сечения стальных нулевых защитных проводников			
медных, мм <sup>2</sup>	алюминиевых, мм <sup>2</sup>	Сталь полосовая, <a href="#">ГОСТ 103-76*</a> , мм	Сталь круглая, <a href="#">ГОСТ 7417-75*</a> , диаметр, мм	Трубы стальные электросварные по <a href="#">ГОСТ 10705-80*</a> для соединения на накатной резьбе. Наружный диаметр×толщина стенки, мм	Трубы стальные водогазопроводные по <a href="#">ГОСТ 3262-75*</a> . Условный проход/наружный диаметр×толщину стенки, мм



0,75; 1; 1,5 2,5	2,5	14×4	6	20×1,6	15/21, 3×2,5 (2,8)
	4	14×4	6	20×1,6	15/21, 3×2,5 (2,8)
4	6	16×4	8	25×1,6 (1,8)	15/21, 3×2,5 (2,8)
6	10	18×4	10	26×1,6 (1,8)	20/26, 8×2,5 (2,8)
10	16	20×4	12	32×1,8 (2,0)	25/33, 5×2,5 (3,2)

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### МОНТАЖ НУЛЕВЫХ (ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ) ПРОВОДНИКОВ ИЗ ПОЛОСОВОЙ СТАЛИ ПО СТРОИТЕЛЬНЫМ ОСНОВАНИЯМ

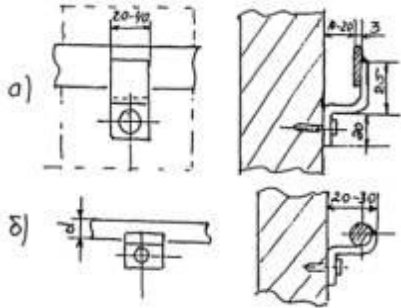
Номер операции	Номер перехода	Операции и переход	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
005	1	Подготовительная Уточнить место подключения нулевых защитных (заземляющих) проводников. Определять их необходимые длины	Рулетка металлическая		Выполнять по рабочим чертежам проекта
	2	Определить диаметр винта узла заземления оборудования	Штангенциркуль		
	3	Произвести разметку осей для крепления проводников, мест их крепления к металлоконструкциям, щитам, коробам, лоткам и т.д.	Рулетка металлическая. Отвес, шнур	Мелок, синька	Расстояние между точками крепления стальных проводников должно быть: на прямых участках - 1000 мм; от мест ответвлений - 100 мм; от вершин углов на поворотах - 100 мм; от уровня пола помещения - 400 - 600 мм
010	1	Слесарная Сверлить в полосе отверстие под винт узла заземления	Сверлильный станок, перфоратор электрический ЦЭ-4713		Диаметр сверла выбирают в соответствии указаний п. <a href="#">2.9</a>
	2	Зачистить конец полосы до металлического блеска	Металлическая щетка		
	3	Покрыть зачищенные места тонким слоем технического вазелина или консталина		Технический вазелин, смазка консталин	
015	1	Монтажная Произвести крепление проводников из полосовой стали к поверхности основания (бетонного или кирпичного) пристрелкой	Монтажный пистолет ПЦ-84	Дюбель-гвоздь. Дюбель-винт. Патроны. Защитные очки, рукавицы	Выбор дюбелей производить по п. <a href="#">2.12</a>
		Крепление стальных проводников			

Номер операции	Номер перехода	Операции и переход	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
	2	<p>по стене</p>  <p>Присоединить проводники к узлам заземления оборудования болтовым соединением</p>	Ключ гаечный, отвертка		<p>Под головку болта или винта устанавливают пружинную и плоскую шайбы. Затяжку болтов (винтов) производить до упора</p>

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### МОНТАЖ НУЛЕВЫХ (ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ) ПРОВОДНИКОВ ИЗ СТАЛИ НА ОПОРАХ

Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
005	1	Подготовительная Уточнить места подключения нулевых защитных (заземляющих) проводников			
	2	Произвести разметку мест установки опор для крепления проводников к опорам сваркой	Рулетка металлическая, отвес, шнур	Мелок, синька	<p>Расстояние между опорами должно быть: на прямых участках - 1000 мм; от мест ответвлений и вершин; углов на поворотах - 100 мм; от уровня пола - 400 - 600 мм.</p>
	3	Изготовить опоры для крепления	Набор МИСМ-1 Рамка ножовочная ручная, тиски, молоток	Сталь полосовая	<p>Опоры изготавливают в МЗМ в соответствии с п. <a href="#">3.9</a>.</p>
	4	Подготовить места подключения стальных проводников к узлам заземления			<p>Повторить переходы 1, 2, 3 операции 010 МК 17 011.</p> <p>Если применяется проводник из круглой стали, то подготовить концы проводника к подключению в соответствии с указаниями п. <a href="#">3.7</a></p>
010	5	Монтажная Установить опоры на основаниях пристрелкой	Монтажный пистолет ПЦ-84	Дюбеля, патроны,	

Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
	6	Уложить зануляющие стальные проводники на опоры		защитные очки, рукавицы Рукавицы	
	7	Произвести крепление стальных проводников к опорам сваркой	Сварочный тр-р ТД-102-У2 Устройство «Разряд-250» Щиток защитный	Электроды	Сварку производить в соответствии с ТИ 25290.11101
		Крепление стальных нулевых защитных проводников на опорах			
		Опоры для крепления стальных нулевых защитных проводников			
		 <p>а) - для проводников прямоугольного сечения; б) - для проводников круглого сечения</p>			
	8	Зачистить места сварки от окалины	Набор НИСМ-1 (молоток), металлическая щетка		
	9	Проверить качество сварки			Визуально и постукиванием молотка по ст. проводнику в месте сварки. Контроль осуществлять в соответствии с ТИ на сварку и п. 4.3 настоящей инструкции
	10	Произвести подкраску мест сварки	Кисть	Краски или эмали	
	11	Подсоединить зануляющие проводники к узлам заземления оборудования	Ключи гаечные, отвертка		Под головку болта (винта) установить пружинную и плоскую шайбы. Затяжку болтов (винтов) производить до упора

# ПОДКЛЮЧЕНИЕ НУЛЕВЫХ ЗАЩИТНЫХ ПРОВОДНИКОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ НУЛЕВЫМИ ЖИЛАМИ КАБЕЛЕЙ ИЛИ ПУЧКОВ ПРОВОДОВ

Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
005	1	Подготовительная Разделать концы кабелей и зачистить жилы и провода в пучках	Пробник типа УП-7-1	Трубка ТВ-40	Разделку вести в соответствии с <a href="#">ТПП 4.01200.27000</a>
	2	Произвести отыскание защитной нулевой жилы кабеля или пучка проводов			То же
	3	Маркировать нулевую жилу кабеля или пучка проводов			Диаметр трубки должен соответствовать диаметру, жилы по изоляции
010	1	Сборочная Оконцевать защитную нулевую жилу наконечником или кольцом	Пресс-клещи типа «Донец», эл. паяльник ЭПСН, бокорезы	Наконечник кабельный медный, паста кварцевазелиновая, Шкурка шлифовальная, припой флюс	Наконечники опрессовывают с последующей пропайкой хвостовика. Контактную часть наконечника зачистить и покрыть тонким слоем защитной смазки. Кольцо из многопроволочных жил пропаять. Алюминиевые жилы опрессовывают. Концы алюминиевых жил после зачистки шкуркой покрыть пастой кварцевазелиновой. Допускается оконцовывать многопроволочную медную жилу шайбой-звездочкой
	2	Подключить оконцованную нулевую жилу к узлу заземления оборудования	Отвертка, ключ гаечный		Под головку болта (винта) установить пружинную и плоскую шайбы

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### УСТРОЙСТВО ЗАЕМЛИТЕЛЯ

Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
005	1	Слесарная Нарезать стержни для заземлителей	Машина шлифовальная Ш-178-1, пила маятниковая	Угловая сталь 50×50×4, сталь	Длина, сечение и марка металла выбирается согласно проекту

Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
010	1	Сборочная Забить вертикально стержни в подготовленную траншею	ПМ-300/80 Кувалда, электромолоток ИЭ-4213А	круглая Ø 10 - 16 мм	Сварку производить по ТИ 4.25290.11101. Технологическая инструкция на сварку конструкций из углеродистых сталей Сварку производить по ТИ 4.25290.11101. Технологическая инструкция на сварку конструкций из углеродистых сталей
	2	Приварить ко всем стержням стальную полосу или катанку		Сталь полосовая	
	3	Приварить стальную полосу для ввода в здание к одному из стержней	Сварочный трансформатор ТД-102-У2 «Разряд-250»	Электроды, щиток защитный	
	4	Покрыть места сварки битумным лаком	Кисть	Битумный лак	
	5	Нанести на стене здания опознавательные знаки ввода и заземлителя	Кисть	Масляная краска	
	6	Подключить путем сварки или болтового соединения проводники (полосы) ввода к внутреннему контуру заземления УБК	Ключ гаечный. Сварочный трансформатор		
015	1	Контрольная Произвести необходимый контроль работ	Измеритель заземления, омметр		Контроль выполнять согласно п. 4.6 настоящей инструкции
	2	Составить акт на скрытые работы и протокол измерения растекания тока			

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

### ЗАЗЕМЛЕНИЕ БРОНИ КАБЕЛЕЙ

Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
005	1	Подготовительная Разделать наружный покров кабеля и подготовить бронь кабеля к заземлению			Выполнять в соответствии с <a href="#">ТПП 4.01200.27000</a> , МК 01200.27103. Оконцевание и подключение кабелей и проводов
	2	Лудить подготовленный участок брони	Электропаяльник 90 Вт	Флюс, припой, жир паяльный	Выполнять согласно ТИ 3.25280.1200. Пайка монтажных соединений проводов и кабелей
	3	Лудить неоконцованный конец защитного проводника	То же		То же



Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
010	4	Сборочная Уложить облуженный конец заземляющего проводника на облуженное место брони	Плоскогубцы универсальные	Проводник заземляющий	Выполнять согласно ТИ 3.25280.1200 «Пайка монтажных соединений проводов и кабелей»
	5	Закрепить уложенный проводник проволочным бандажом		Проволока стальная оцинкованная Ø 1 мм	
	6	Паять заземляющий проводник вместе с бандажом		Электропаяльник	
	7	Покрыть место пайки защитным покровом	Кисть	Нитрозмаль НЦ-62, битумный лак	
	8	Присоединить заземляющий проводник к узлу заземления магистрали (контуру) или щита	Отвертка, ключ гаечный		

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

### ЗАЗЕМЛЕНИЕ СТАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ ТРУБ

Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
005    010	1	Подготовительная Приварить флажок или болт М6	Сварочный тр-р ТД-102-У2 Устройство «Разряд-160» Металлическая щетка	Флажок, болт М6, электроды	Сварку производить по ТИ 4.25290.11101
	2	Зачистить сварной шов и флажок			
	1	Сборочная Присоединить заземляющий проводник к флажку болтом М6 или к приваренному болту	Ключ гаечный	Болт М6 Проводник заземляющий П Вазелин технический Смазка консталин	
	2	Покрыть место соединения тонким слоем смазки			
	3	Присоединить заземляющий проводник к узлу заземления оборудования или щита			

## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

### ЗАЗЕМЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РУКАВА

Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
005	1	Подготовительная На металлорукаве сделать отметку для установки заземляющего проводника	Линейка измерительная	Мел	На расстоянии 80 мм от торца металлорукава или от упорного кольца,

Номер операции	Номер перехода	Операции и переходы	Оборудование, приспособления, инструмент	Материалы	Дополнительные указания
010	2	Зачистить и лудить металлорукав по поверхности на отмеченном расстоянии	Щетка металлическая, электропаяльник 90 Вт	Припой, флюс	установленного на нем Выполнять согласно ТИ 3.25280.1200 «Пайка монтажных соединений проводов и кабелей»
	1	Сборочная Наложить на облуженное место заземляющий проводник и закрепить его проволочным бандажом	Плоскогубцы универсальные	Заземляющий проводник. Проволока стальная оцинкованная Ø 1 мм	Бандаж из 3 - 5-ти витков
	2	Паять место соединения проводника с металлорукавом	Электропаяльник 90 Вт	Флюс Припой	Выполнять согласно ТИ 3.25280.1200 «Пайка монтажных соединений» То же
	3	Паять бандаж по окружности металлорукава			
	4	Покрыть место пайки защитным покровом	Кисть	Нитроэмаль НЦ	
	5	Присоединить заземляющий проводник к болту заземления оборудования	Отвертка Ключ гаечный		Под головку болта установить пружинную и плоскую шайбы

## ПРИЛОЖЕНИЕ 11

### ВЕДОМОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ (ВОБ)

Наименование	ГОСТ, ТУ	Техническая характеристика	Завод изготовитель
Пистолет монтажный поршневой ПЦ-84	ТУ 36-2770-85  <a href="#">ГОСТ 12.4.023-76</a>  <a href="#">ГОСТ 10597-80</a> <a href="#">ГОСТ 427-75</a> <a href="#">ГОСТ 7502-80</a> <a href="#">ГОСТ 17270-71</a>  <a href="#">ГОСТ 7219-83</a> ГОСТ 22308-77		Тульский оружейный завод
Комплект инструмента для забивания дюбель-гвоздей в кирпичные и бетонные основания			Орловский завод монтажного оборудования и заготовок Главпромвентиляции
Набор инструмента для слесаря-монтажника НИСМ-1			Экспериментальный завод «Монтажавтоматика», г. Люберцы
Пробник УП-7-1			<a href="#">Московский</a> опытный завод электромонтажной техники
Щиток защитный ННП			Московский завод «Калибр» Московский завод «Калибр»
Щетка металлическая			
Кисти малярные			Горьковский завод электромонтажных инструментов Даугавпилский завод «Электроинструмент» То же
Линейка измерительная 188			
Рулетка металлическая 10 м			
Рамка ножовочная ручная			
Паяльник электрический 90 Вт			
Электропаяльник ЭПСН-100	ГОСТ 19475-80		
Боковые кусачки (бокорезы)			
Перфоратор электрический ИЭ-4713			
Молоток электрический ИЭ-4213А			

Наименование	ГОСТ, ТУ	Техническая характеристика	Завод изготовитель
Машины шлифовальные электрические Ш-178-1 Машина шлифовальная ИЭ-2009 электрическая Пила маятниковая ПМ-300/80  Сварочный трансформатор ТД-102-У2 Устройство питания сварочной дуги «Разряд-160», «Разряд-250» Отвертка  Плоскогубцы универсальные Ключи гаечные с открытым зевом двусторонние Пресс-клещи типа «Донец» Омметр М372 Измеритель сопротивления заземления М416	   ТУ 16-517.973-77 ТУ 36-2250-79 <a href="#">ГОСТ 17199-71</a>  ТУ 36-758-77 <a href="#">ГОСТ 2839-80</a> Е  ТУ 5.986-5157-80 ТУ 25.04-1106-75 ТУ 25-04.3693-79	   6×8; 8×10; 10×12; 12×14; 14×17	Завод «Эльпром» НРБ  ПО «Электростройинструмент» г. Резекне Кропоткинский завод монтажных и специальных строительных приспособлений Завод электросварочного оборудования г. Сальяны Ростовский опытный завод  Горьковский завод электромонтажных инструментов То же Кобринский инструментальный завод г. Бельцы ПО им. Ленина г. Краснодар, завод ЗИП г. Умань ПО «Мегомметр»

## ПРИЛОЖЕНИЕ 12

### МОНТАЖ ЗАНУЛЕНИЯ И ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

#### ВЕДОМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ (ВМ)

Наименование	ГОСТ, ТУ	Примечание
Сталь полосовая горячекатанная Сталь круглая калиброванная (катанка) Сталь угловая Кабельные наконечники Электроды для сварки Э42, Э55  Припой марок ПОССУ-30-05, ПОС-40, ПОС-61 Припой марки А Проволока стальная оцинкованная Ø 1 - 2,5 мм Дюбель-гвозди ДГПШ 3,6×30 ДГПШ 4,5×30 ДГПШ 4,5×40 ДГПШ 4,5×60 ДГПШ 4,5×80 Дюбель-винты ДВП М4×35 ДВП М4×45 ДВП М6×45 ДВП М6×55 Монтажные патроны шифров Д и К Болты с шестигранной головкой М4, М6, М8 Винты: с цилиндрической головкой с полукруглой головкой Шайбы: плоские пружинные Ветошь обтирочная Гипс Краски масляные для наружных работ Нитроэмали НЦ-184 Лак битумный Б-783 Смазка консталин	<a href="#">ГОСТ 103-76*</a> <a href="#">ГОСТ 7417-75*</a> <a href="#">ГОСТ 8509-86</a> ТУ 5.986-5069-74 <a href="#">ГОСТ 9466-75*</a> <a href="#">ГОСТ 9467-75*</a> <a href="#">ГОСТ 21931-76*</a>  <a href="#">ГОСТ 1526-81</a> ТУ 14-4-794-77   ТУ 14-4-794-77   ТУ 3-795-74 <a href="#">ГОСТ 7798-70*</a> <a href="#">ГОСТ 17473-80</a> <a href="#">ГОСТ 1491-80*</a> <a href="#">ГОСТ 11371-78*</a> <a href="#">ГОСТ 6402-70*</a> ГОСТ 5354-79 <a href="#">ГОСТ 125-79*</a> <a href="#">ГОСТ 8292-85</a> <a href="#">ГОСТ 18355-83*</a> <a href="#">ГОСТ 1347-77*</a> <a href="#">ГОСТ 1957-73*</a>	

Наименование	ГОСТ, ТУ	Примечание
Вазелин технический типа КБ-3	<a href="#">ГОСТ 15975-70*</a>	
Рукавицы защитные		
Жир паяльный марок Г65-А; Г65-Д	ТУ 36-1170-79	
Флюс ФКСП	ОСТ 4.ГО.033.000	
Паста кварцевазелиновая	ТУ 36-513-79	
Проводник заземляющий П	ТУ 36-1276-85	
Флажки типа Ф	ТУ 36-2466-82	
Шкурка шлифовальная тканевая	<a href="#">ГОСТ 5009-82</a>	
Гайка шестигранная	<a href="#">ГОСТ 5915-70</a>	

## ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНСТРУКЦИИ

- |    |                                       |   |
|----|---------------------------------------|---|
| 1  | <a href="#">ПУЭ</a><br>Шестое издание | Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Глава 1 - 7. Заземление и защитные меры электробезопасности            |
| 2  | <a href="#">ГОСТ 12.1-030-81</a>      | Стандарты безопасности труда. Электробезопасности. Защитное заземление, зануление                                     |
| 3  | <a href="#">СНиП 3.05.06-85</a>       | Электротехнические устройства   |
| 4  | <a href="#">ВСН 205-84</a>            | Инструкция по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов                          |
| 5  | ОСТ 36.13-90                          | Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов  |
| 6  | ВСН 281-75                            | Временные указания по проектированию систем автоматизации технологических процессов                                   |
| 7  | <a href="#">РМ 4-4-85</a>             | Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование систем электропитания. Пособие к ВСН 205-84/ММСС СССР |
| 8  | <a href="#">РМ 3-82-83</a>            | Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Конструкция. Особенности применения                     |
| 9  | ТПЭП. Э 3578                          | Заземление и зануление электроустановок промышленных предприятий. Технические решения.                                |
| 10 | РМ 4-79-84                            | Инструкция по монтажу электрических проводов к приборам и средствам автоматизации                                     |
| 11 | ТИ.4.25290.00001                      | Сварочные работы  |
| 12 | РМ 4-185-80                           | Инструкция по монтажу защитных труб для электрических проводов систем автоматизации                                   |
| 13 | ТИ.3.2528.12001                       | Пайка монтажных соединений проводов и кабелей   |
| 14 | ТИ.4.25088.17000                      | Технологическая инструкция. Монтаж зануления и защитного заземления   |
| 15 | <a href="#">РМ 4-223-89</a>           | Пособие к ВСН 205-84/ММСС СССР. Требования к выполнению электроустановок систем автоматизации во взрывоопасных зонах  |
| 16 | <a href="#">РМ 4-224-89</a>           | Пособие к ВСН 205-84/ММСС СССР. Требования к выполнению электроустановок систем автоматизации в пожароопасных зонах   |

### ЛИСТ ПОДПИСИ

Зам. главного инженера  
Начальник отдела  
Начальник сектора

М.А. Чудинов  
А.М. Гуров  
В.С. Манин

### СОДЕРЖАНИЕ

- [1. Общие положения](#)
- [2. Основные требования по устройству сети заземления систем автоматизации](#)

3. Технические требования к монтажу зануления защитного заземления

4. Технологический процесс

5. Требования техники безопасности

Приложение 1. Терминология по ПУЭ

Приложение 2. Наименьшие размеры заземляющих и нулевых защитных проводников

Приложение 3. Выбор сечений стальных нулевых. Защитных проводников в зависимости от сечения фазных

Приложение 4. Монтаж нулевых (заземляющих) проводников из полосовой стали по строительным основаниям

Приложение 5. Монтаж нулевых (заземляющих) проводников из стали на опорах

Приложение 6. Подключение нулевых защитных проводников, выполненных нулевыми жилами кабелей или пучков проводов

Приложение 7. Устройство заземлителя

Приложение 8. Заземление брони кабелей

Приложение 9. Заземление стальных защитных труб

Приложение 10. Заземление металлического рукава

Приложение 11. Ведомость оборудования (ВОБ)

Приложение 12. Монтаж зануления и защитного заземления

Ведомость материалов (ВМ)