

СОДЕРЖАНИЕ

9. Электрические проводки	
9.1 Общее положения	5
9.2 Выбор способа выполнения электропроводок	5
9.3 Выбор проводов и кабелей	10
9.4 Условия совместной прокладки цепей различного назначения	21
9.5 Электропроводки проводами и кабелями в стальных коробах и на лотках	26
9.6 Электропроводки проводами и кабелями в защитных трубах	28
9.7 Открытые кабельные электропроводки на кабельных конструкциях	31
9.8 Кабельные электропроводки в каналах, туннелях, коллекторах и блоках	32
9.9 Кабельные электропроводки в земле (траншеях)	33
10 Трубные проводки систем измерения и автоматизации	
10.1 Назначение и характеристики трубных проводок	35
10.2 Основные требования к трубным проводкам	36
10.3 Типовые схемы импульсных трубных проводок	38
10.4 Способы выполнения трубных проводок	39
10.5 Условия совместной прокладки трубных проводок различного назначения	43
10.6 Выбор труб и пневмокабелей для трубных проводок	45
10.7 Выбор арматуры, соединительных и присоединительных устройств для трубных проводок	48
11. Проектирование внешних электрических и трубных проводок	
11.1 Схемы соединений и подключений внешних проводок	54
11.2 Таблицы соединений и подключений внешних проводок	68
11.3 Чертежи расположения оборудования и проводок	73
12. Требования к выполнению электрической части систем автоматизации во взрыво- и пожароопасных зонах	
12.1 Общие сведения	85
12.2 Выбор средств измерения и автоматизации	100

12.3 Требования к щитовым помещениям во взрывоопасных зонах	106
12.4 Электрические проводки	107
12.5 Классификация опасных мест в Европе и Северной Америке	108
12.6 Классификация аппаратуры в Европе	111
12.7 Методы защиты	112
12.8 Сравнение наиболее широко применяющихся методов защиты	124
13. Текстовые материалы	
13.1 Пояснительная записка	126
13.2 Спецификация оборудования	129
13.3 Ведомость потребности в материалах	133
ЛИТЕРАТУРА	136

9. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОВОДКИ

9.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Под термином “электропроводка” понимается совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок различают:

открытые электропроводки — проложенные по поверхности стен, потолков, по фермам и другим строительным элементам зданий и сооружений: непосредственно, в трубах, коробах, на лотках и т. п. (открытые электропроводки могут быть стационарными, передвижными и переносными);

скрытые электропроводки — проложенные в конструктивных элементах зданий и сооружений: в стенах, полах, фундаментах, перекрытиях — в трубах, замкнутых каналах, замоноличено и т. п.;

наружные электропроводки — проложенные по наружным стенам зданий и сооружений, между ними, под навесами и т. п.: непосредственно (по стенам зданий и сооружений), в трубах, коробах, на лотках и т. п.

Электропроводки систем автоматизации выполняются, как правило, открытыми способами. Скрытая прокладка проводов и кабелей применяется в случаях, когда это диктуется требованиями архитектурного оформления помещений, а также в подливках полов, в фундаментах, при подходе к оборудованию.

В настоящем разделе рассматриваются требования к выполнению электропроводок систем автоматизации (цепей измерения, управления, питания, сигнализации и т. п.) напряжением до 380 В переменного и 440 В постоянного тока, прокладываемых в производственных помещениях и наружных установках. Электрические проводки систем автоматизации во взрыво- и пожароопасных зонах рассматриваются в разд. 12, а требования к электропроводкам щитов и пультов — в разд. 7.

9.2. ВЫБОР СПОСОБА ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

Электропроводки систем автоматизации выполняются кабелями и изолированными проводами (защищенными и незащищенными), как правило, следующими способами:

- 1) кабелями в производственных помещениях:

- на кабельных конструкциях;
- на лотках (кроме пыльных помещений);
- в стальных коробах с открываемыми крышками;
- в пластмассовых и стальных защитных трубах;
- в каналах;
- в кабельных этажах;
- в двойных полах;

2) кабелями в наружных установках:

- на кабельных конструкциях;
- на лотках;
- в стальных коробах с открываемыми крышками;
- в пластмассовых и стальных защитных трубах;
- по эстакадам, в каналах, туннелях, коллекторах, блоках;
- в земле (траншеях);

3) проводами в производственных помещениях:

- в стальных коробах с открываемыми крышками;
- на лотках (кроме пыльных помещений);
- в пластмассовых и стальных защитных трубах;

4) проводами в наружных установках:

- в стальных коробах с открываемыми крышками;
- в пластмассовых и стальных защитных трубах.

В производственных помещениях кабели на кабельных конструкциях, на лотках, в коробах, а также провода в коробах и на лотках прокладываются по стенам и конструкциям зданий; кабели и провода в защитных трубах — открыто и скрыто с учетом области применения различных типов труб. Прокладка кабелей в полу и между этажных перекрытиях производится в каналах или трубах; заделка в них кабелей не глухо не допускается. Проход кабелей через перекрытия и внутренние стены выполняется в трубах или проемах; после прокладки кабелей зазоры в трубах и проемах заделываются легко пробиваемым негорючим материалом.

В наружных установках кабели на кабельных конструкциях, на лотках, в коробах, в защитных трубах, а также провода в коробах и защитных трубах прокладываются по стенам и конструкциям зданий и сооружений, по технологическим и кабельным эстакадам.

В кабельных сооружениях - эстакадах, каналах, туннелях, коллекторах, ка-

бельных этажах прокладка кабелей выполняется по кабельным конструкциям или на лотках; допускается прокладка кабелей по дну каналов при глубине их не более 0,9 м.

Электрические проводки систем автоматизации, прокладываемые указанными способами по строительным конструкциям и поверхностям зданий и сооружений, должны выполняться с учетом требований пожарной безопасности отмеченных ниже. Область применения бронированных и небронированных кабелей в производственных помещениях и наружных установках рассматривается в § 9.3.

Выбор указанных выше способов выполнения электропроводок должен производиться на основе технико-экономического анализа. При этом должны учитываться условия окружающей среды, назначение помещения, его архитектурное оформление, особенности строительных конструкций, расположение оборудования, удобство эксплуатации и экономические факторы. При всех способах прокладки электропроводки должны быть безопасны для жизни людей и не создавать угрозы возникновения пожара или взрыва.

Следует также учитывать, что сроки выполнения электромонтажных работ во многом зависят от принятого способа выполнения электропроводок, так как возможность индустриализации монтажа при различных способах неодинакова. Выбор способа выполнения электропроводок рекомендуется вести в следующей последовательности:

- а) в зависимости от условий окружающей среды выбираются допустимые марки проводов или кабелей и способ их прокладки;
- б) из возможных способов выполнения электропроводки отбираются те, предпочтительность которых определяется требованиями к технологическому процессу, удобства эксплуатации и технической эстетики;
- в) из отобранных способов выбирается наименее трудоемкий и экономически целесообразный.

Во всех случаях, когда это не противоречит другим условиям, следует стремиться в электроустановках систем автоматизации применять те же виды электропроводок, которые применены в других электроустановках автоматизируемого объекта. Кроме того, в случаях, когда направление прокладки электропроводок систем автоматизации совпадает с направлением прокладки других электропроводок, рекомендуется выполнять их совмещенными (в общих каналах, туннелях, траншеях, на эстакадах). При этом должны соблюдаться условия

совместной прокладки цепей различного назначения.

Такие решения в большинстве случаев позволяют снизить затраты на строительство и производство монтажных работ, а так же упростить последующую эксплуатацию объекта.

В большой мере на выбор электропроводок влияют условия окружающей среды. Рекомендации по способу прокладки наиболее употребительных в электропроводках систем автоматизации проводов и кабелей в зависимости от характеристики окружающей среды приведены ниже.

Электрические проводки, в том числе и электропроводки систем автоматизации, представляют собой определенную опасность в отношении пожара. Короткие замыкания, сопровождающиеся появлением открытой дуги, или недопустимый перегрев проводов и кабелей, в результате которого возможно воспламенение их изоляции и оболочек, могут привести к возгоранию конструктивных элементов зданий и сооружений. Поэтому при выборе вида электропроводки (открытая, скрытая) и способов прокладки должна учитываться не только характеристика окружающей среды, но и степень огнестойкости зданий, сооружений и отдельных конструкций, по которым прокладываются электропроводки (классификация строительных материалов и конструкций зданий и сооружений по группам возгораемости и степени огнестойкости устанавливается СНиП 2.01.02—85 “Противопожарные нормы”, введенными в действие с 1.01.87 г.).

С учетом отмеченного обстоятельства электропроводки систем автоматизации должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности, приведенным ниже.

Открытые электропроводки в стальных коробах, лотках, стальных защитных трубах допускается прокладывать непосредственно по конструкциям и поверхностям зданий и сооружений из сгораемых, трудносгораемых и несгораемых материалов.

Открытые электропроводки в пластмассовых защитных трубах из трудносгораемых материалов (винилпластовых) могут прокладываться непосредственно по конструкциям и поверхностям зданий и сооружений из трудносгораемых материалов; по конструкциям и поверхностям из сгораемых материалов прокладка этих труб не допускается.

Открытые электропроводки в пластмассовых защитных трубах из сгораемых материалов (полиэтиленовых, полипропиленовых) выполнять не разреша-

ется. Скрытые электропроводки в стальных защитных трубах можно прокладывать непосредственно по конструкциям и поверхностям зданий и сооружений из сгораемых, трудносгораемых и несгораемых материалов.

Скрытые электропроводки в пластмассовых защитных трубах из трудносгораемых материалов (винипластовых) можно прокладывать по конструкциям и поверхностям из трудносгораемых и несгораемых материалов, а по конструкциям и поверхностям из сгораемых материалов с последующим заштукатуриванием; пластмассовые защитные трубы из сгораемых материалов (полиэтиленовые, полипропиленовые) - только замоноличено, в бороздах и т. п.

Таким образом, можно сделать вывод, что электрические проводки с конструктивными элементами из негорючих материалов - электропроводки в стальных коробах, лотках и стальных защитных трубах можно прокладывать по строительным основаниям и конструкциям, относящимся к любой группе возгораемости, а электропроводки в пластмассовых защитных трубах необходимо прокладывать с указанными выше ограничениями.

При выборе способа выполнения электропроводок неизбежно возникает вопрос: чему отдать предпочтение - электропроводкам, выполняемым изолированными проводами, или кабельным электропроводкам? Этот вопрос должен решаться, прежде всего, исходя из экономических факторов, а также с учетом способа выполнения электрических проводок в других электроустановках автоматизируемого объекта и возможности по ставки кабелей для систем автоматизации. Как уже отмечалось, во всех случаях следует стремиться применять те же виды электропроводок, что в установках электроснабжения и силового электрооборудования.

Трасса электрических проводок должна выбираться с учетом наименьшего расхода проводов и кабелей с соблюдением условий защиты от механических повреждений, коррозии, вибрации, перегрева и от повреждений электрической дугой соседних электропроводок.

При выборе трассы следует избегать также перекрещиваний с другими электропроводниками и трубопроводами любых назначений. Кабельные трассы в земле (траншеях) рекомендуется прокладывать параллельно дорогам и зданиям.

Для улучшения условий эвакуации людей в случае возникновения пожара не допускается прокладка электрических проводок по путям эвакуации (коридорам, лестничным клеткам и т. п.); при пересечении путей эвакуации электри-

ческие проводки должны быть заключены в стальные защитные трубы или стальные короба. Запрещается использовать вентиляционные каналы и шахты для прокладки электропроводок; допускается при необходимости пересекать вентиляционные каналы одиночными кабелями, заключенными в стальные трубы.

Открытые электропроводки рекомендуется прокладывать параллельно и перпендикулярно основным плоскостям зданий и сооружений.

Скрытые электропроводки могут прокладываться по кратчайшим расстояниям, если этому не препятствуют строительные особенности помещений и компоновка технологического оборудования и трубопроводов.

9.3. ВЫБОР ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

Для электропроводок систем автоматизации применяются изолированные провода и кабели с алюминиевыми и медными жилами.

Учитывая решения об экономии меди, провода и кабели с медными жилами допускается применять в следующих случаях:

- в цепях термопреобразователей (термометров сопротивления) и преобразователей термоэлектрических (термопар);
- в цепях измерения, управления, питания, сигнализации и т.п. (в том числе в цепях телемеханических устройств) напряжением до 60 В при сечении жил проводов и кабелей до $0,75 \text{ мм}^2$ (диаметр 1 мм);
- для электропроводок систем автоматизации технологических процессов электростанций с генераторами мощностью от 100 МВт и более;
- во взрывоопасных установках (в зонах классов В-1 и В-1а);
- в установках, подверженных вибрации;
- для питания переносного освещения и электрифицированного инструмента;
- для электропроводок систем автоматизации зрелищных предприятий (например, систем кондиционирования воздуха и т. п.), прокладываемых на сцене, арене, в киноаппаратной, светопроекционной, помещениях управления аккумуляторной, на чердаке, в зрительном зале с числом мест 800 и более;
- для открытых электропроводок в чердачных помещениях со сгораемыми

конструкциями.

Приведенные указания не распространяются на производства, отдельные установки и уникальные сооружения, для которых выбор материала жил проводов и кабелей определяется специальными требованиями.

Сечение проводов и жил кабелей цепей управления, сигнализации, измерения и т. п. выбирается так же, как сечение проводников цепей питания, по допустимым токовым нагрузкам, потере напряжения и механической прочности (см. разд. 5).

На проводники цепей измерения, управления, сигнализации, нагруженные по току, как правило, ниже допустимых значений, снижающие коэффициенты на допустимую токовую нагрузку не вводятся.

При выборе сечений проводников цепей измерения необходимо также учитывать допустимые значения сопротивлений проводов и жил кабелей, указываемые заводами-изготовителями в технических условиях на аппаратуру.

Наименьшие допустимые сечения жил проводов и кабелей в электропроводах систем автоматизации принимаются (для взрывоопасных зон - см. разд. 12):

- $0,35 \text{ мм}^2$ - для многопроволочных (гибких) медных жил;
- $0,5 \text{ мм}^2$ - для однопроволочных медных жил;
- 2 мм^2 - для алюминиевых жил (данное сечение является новым перспективным сечением алюминиевых жил проводов, которое будет предусмотрено конкретными стандартами на кабельную продукцию).

Провода и кабели с указанными наименьшими допустимыми сечениями жил могут применяться при всех принятых способах выполнения электропроводок систем автоматизации, кроме электропроводок, выполняемых проводами в защитных трубах. Для прокладки в пластмассовых и стальных защитных трубах (в металлических рукавах) должны применяться провода с сечением медных жил не менее 1 мм^2 , алюминиевых - 2 мм^2 , обладающих достаточной механической прочностью, необходимой для выполнения затяжки этих проводов в трубы.

Сечение жил гибких медных кабелей для питания электрифицированного инструмента и переносного освещения принимается не менее $0,75 \text{ мм}^2$.

Изоляция проводов и кабелей во всех случаях должна соответствовать параметрам электрической цепи. При номинальном напряжении цепей до 400 В переменного и 440 В постоянного тока провода и кабели должны иметь изоля-

цию, выполненную на номинальное напряжение, не ниже указанных значений; изоляция цепей с рабочим напряжением не выше 60 В, в которых применяются аппаратура связи и телемеханики, должна соответствовать нормам для этих устройств. Нулевые проводники в системах электропитания должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников.

Помимо требований к материалу проводников (медь и алюминий) и допустимым сечениям при выборе проводов и кабелей особое внимание должно уделяться соответствию их технических данных условиям окружающей среды.

Необходимо, чтобы изоляция, защитные оболочки и наружные покрытия проводов и кабелей отвечали условиям окружающей среды и принятому способу выполнения электропроводки.

При наличии специальных требований, связанных с особенностями автоматизируемого объекта (например, высоких температур и т. п.), изоляция проводов и кабелей должна отвечать этим требованиям.

При выборе проводов и кабелей часто возникает вопрос о необходимом резерве жил. Определение числа резервных проводов и жил кабелей должно производиться с учетом следующих требований:

а) при прокладке проводов в защитных трубах рекомендуется предусматривать резерв в размере 10 % числа рабочих проводов, но не менее одного провода; допускается при необходимости предусматривать такой же резерв проводов и при прокладке их в коробах и пучками на лотках;

б) число резервных жил медных кабелей выбирается следующим образом: при числе рабочих жил 8-26 - одна резервная жила; при 27-59 - две; при 60-105 - три; при 2-7 - резерв не предусматривается;

в) число резервных жил алюминиевых кабелей выбирается следующим образом: при числе рабочих жил 4-10 - одна резервная жила; при 14-37 - две;

г) число резервных жил алюмомедных кабелей выбирается следующим образом: при числе рабочих жил 4-10 - одна резервная жила; при 14-37 - две; при 52 и 61 - три;

д) большее, чем указано в пп. б)-г), число резервных жил медных, алюминиевых и алюмомедных кабелей допустимо только из-за ступенчатости стандартной шкалы жил кабелей;

е) при прокладке группы кабелей, при надлежащих одной системе автоматизации в одном направлении, число резервных жил рекомендуется определять из суммарного числа этих кабелей.

Провода. Для электропроводок систем автоматизации при всех принятых способах прокладки должны применяться защищенные и незащищенные изолированные провода с поливинилхлоридной или резиновой изоляцией и оболочками (резиновой - с приведенными ниже указаниями). Провода с горючей изоляцией и оболочками из полиэтилена применять не разрешается.

В местах, где вследствие высокой температуры окружающей среды применение проводов с изоляцией и оболочками нормальной теплостойкости невозможно, следует применять провода с изоляцией и оболочками повышенной теплостойкости, на пример кремнийорганические.

В сырых и особо сырых помещениях и в наружных установках изоляция и оболочки должны быть влагостойкими.

В помещениях и наружных установках с химически активной средой изоляция и оболочки должны быть по возможности стойкими к среде либо защищены от ее воздействия.

В местах, где проводка подвергается воздействию масел и эмульсий следует применять провода с маслостойкими изоляцией и оболочками. Провода с не светостойкой изоляцией и оболочками должны быть защищены от воздействия света.

При выборе конкретных марок проводов необходимо также учитывать рекомендации стандартов и технических условий на кабельную продукцию, касающиеся предпочтительных областей применения тех или иных типов проводов.

В приложении В “Провода” приведены технические данные наиболее употребительных в электропроводках систем автоматизации проводов.

Провода с поливинилхлоридной изоляцией по ГОСТ 6323—79 предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от минус 50 до плюс 50°С и относительной влажности воздуха не более (95 плюс, минус 2)%, приведенной к температуре 40°С. Монтаж проводов должен производиться при температуре не ниже минус 15°С. Длительно допускаемая температура жил при эксплуатации должна быть не более плюс 70°С. Провода с поливинилхлоридной изоляцией испытываются на нераспространение горения по ГОСТ 12176-76, что дает основание относить их по терминологии пункта 2.1.17 ПУЭ к трудносгораемым. По этому стандарту под нераспространением горения понимается не воспламенение или прекращение горения кабельного изделия в условиях, определяемых стандартом на данное изделие. Сведения о наружных диаметрах

и массе проводов с поливинилхлоридной изоляцией приведены в приложении В “Провода”.

Длительно допускаемая температура жил при эксплуатации не должна превышать плюс 65°C. Монтаж проводов должен производиться при температуре не ниже минус 25°C.

Для изоляции и оболочек проводов по ГОСТ 20520-80 применяют резину, отвечающую требованиям ОСТ 16.05.015-79 “Резина для кабелей, проводов и шнуров”: для изоляции - типа РТИ-1 (резина общего назначения для изоляции токопроводящих жил); для оболочек - типа РШН-2 (маслостойкая, не распространяющая горение, для оболочек кабелей, проводов, шнуров, работающих во вредных и легких условиях).

В помещениях с химически активной средой рекомендуется только прокладка в винилпластовых защитных трубах, а не в стальных защитных трубах и коробах, подвергающихся активному разрушению, причем при открытой прокладке по стораемым поверхностям и конструкциям, когда запрещается применение винилпластовых труб и не рекомендуется прокладка в стальных защитных трубах и коробах, лучшим решением является применение соответствующих данной среде кабелей.

Технические характеристики некоторых наиболее употребительных термоэлектродных проводов по ТУ16.К19-04-91 приведены в приложении В “Провода”.

Кроме рекомендованных выше марок проводов, в электропроводках систем автоматизации могут при необходимости применяться провода других марок. При этом подбор их характеристик и определение допустимой области применения должны производиться с учетом требований конкретных стандартов или технических условий на провода, приведенных в п. 2.1.17 ПУЭ, и рекомендаций настоящего раздела.

Кабели, применяемые в электропроводках систем автоматизации, должны иметь поливинилхлоридную, резиновую, бумажную, полиэтиленовую изоляцию жил и поливинилхлоридную, резиновую, свинцовую, алюминиевую оболочки. Запрещается при всех способах прокладки применение кабелей в горючей полиэтиленовой оболочке.

Во всех случаях изоляция, оболочки и наружные покровы кабелей должны соответствовать условиям окружающей среды и принятому способу выполнения электропроводки.

Наиболее широкое применение в электропроводках систем автоматизации находят контрольные кабели по ГОСТ 1508-78, основные технические данные которых приведены в приложении С “Кабели контрольные”. Контрольные кабели по ГОСТ 1508-78 предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от минус 50 до плюс 50°С и относительной влажности воздуха до (98 плюс, минус 2)%, приведенной к температуре 40°С. Длительно допустимая температура на жиле должна быть для кабелей с резиновой изоляцией не более плюс 65°С, с поливинилхлоридной и полиэтиленовой - не более плюс 70°С.

Прокладка кабелей без предварительного нагрева должна производиться при температуре не ниже: минус 20°С - для небронированных кабелей в свинцовой оболочке; минус 15°С - для небронированных кабелей в резиновой и поливинилхлоридной оболочках, а также для бронированных одной профилированной стальной лентой; минус 7°С - для остальных бронированных кабелей.

Отметим также некоторые дополнительные требования к выбору кабелей, обусловленные различными способами выполнения электропроводок.

В производственных помещениях для прокладки на кабельных конструкциях и лотках при отсутствии опасности механических повреждений рекомендуется применять небронированные кабели. Кабельные конструкции и лотки с небронированными кабелями должны прокладываться на высоте не менее 2м; на меньшей высоте прокладка небронированных кабелей допускается при условии защиты их от механических повреждений угловой сталью, коробами, трубами и т.п.

При наличии опасности механических повреждений в эксплуатации и невозможности выполнения надежной механической защиты небронированных кабелей для прокладки на кабельных конструкциях и лотках в производственных помещениях применяются бронированные кабели. Если бронированные кабели располагаются в местах, где производится перемещение механизмов, грузов, оборудования и транспорта, то они должны быть защищены дополнительно на высоте 2 м от уровня пола или земли и на 0,3 м в земле.

Для прокладки в стальных коробах и защитных трубах в производственных помещениях применяют небронированные кабели.

Бронированные и небронированные кабели, прокладываемые в производственных помещениях, не должны иметь поверх брони и металлических оболочек горючих защитных покровов.

Металлические оболочки кабелей и металлические поверхности, по которым они прокладываются, должны быть защищены негорючим антикоррозионным покрытием.

В наружных установках для прокладки на кабельных конструкциях и лотках при отсутствии опасности механических повреждений рекомендуется применять небронированные кабели, при наличии возможности механических повреждений - бронированные. Небронированные и бронированные кабели в наружных установках должны иметь защитные покровы; если прокладка ведется по сгораемым конструкциям и поверхностям, то они не должны иметь поверх металлической оболочки и брони горючих защитных покровов. Кабели в наружных установках должны быть защищены от прямого воздействия солнечных лучей. Для прокладки в стальных коробах и защитных трубах в наружных установках следует применять небронированные кабели, без горючих защитных покровов.

Для прокладки в земле (траншеях) должны применяться преимущественно бронированные кабели: металлические оболочки этих кабелей должны иметь наружный покров, защищающий от химических воздействий. Небронированные кабели, прокладываемые в земле, должны иметь достаточную стойкость к механическим воздействиям при прокладке их во всех видах грунтов и протяжке в блоки и трубы, если в этом возникает необходимость.

В кабельных сооружениях - эстакадах, каналах, туннелях, коллекторах, блоках, кабельных этажах, двойных полах прокладывают небронированные кабели без горючих защитных покровов.

Кроме кабелей, выполненных по ГОСТ 1508-78, в электропроводках систем автоматизации применяются кабели других марок.

Провода и кабели с алюмомедными жилами. В электропроводках систем автоматизации находят применение кабели и провода с алюмомедными токопроводящими жилами.

Провода типа АМПВ с алюмомедной жилой с полихлорвиниловой изоляцией изготавливаются по техническим условиям ТУ 16-705-145-80. Сечение жил от 1,5 до 10 мм².

Номинальное напряжение цепей, в которых могут применяться провода, - до 380 и 660 В переменного тока частотой до 400 Гц и 500 и 1200 В постоянного тока. Электрическое сопротивление 1 км провода, приведенное к температуре 20°С, для жил с сечением 1,5; 2,5; 6; 10 мм² соответственно составляет 19,25;

11,65; 7,18; 4,84 и 2,86 Ом.

Допустимые токовые нагрузки на алюмомедные провода даны в приложении В “Провода”.

Кабели контрольные с алюмомедными жилами в поливинилхлоридной оболочке, с изоляцией из поливинилхлоридного пластика или самозатухающего полиэтилена изготавливаются по ТУ 16-705.150-80.

Кабели предназначены для применения в цепях напряжением до 660 В переменного тока, частотой до 1000 Гц и напряжением до 1000 В постоянного тока.

Марки алюмомедных контрольных кабелей даны в приложении С “Кабели контрольные”.

Контрольные кабели с алюмомедными жилами выпускаются двух сечений - 1,5 и 2,5 мм². Число жил в кабелях сечением 1,5 мм² - 4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37, 52, 61, в кабелях сечением 2,5 мм² - 4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37.

Электрическое сопротивление токопроводящей жилы, пересчитанное на сечение 1 мм², длину 1 км и температуру 20°С, не превышает 27,5 Ом.

Провода и кабели с алюмомедными жилами могут применяться вместо проводов и кабелей с медными жилами в электропроводках систем автоматизации (цепях питания, управления, сигнализации), прокладываемых в производственных помещениях и наружных установках, за исключением:

- взрывоопасных зон классов В-1 и В-1а;
- установок, подверженных вибрации;
- электростанций мощностью 150 МВт и выше;
- электропроводок систем автоматизации доменных и сталеплавильных цехов, обжимных и непрерывных прокатных станов;
- цепей питания переносных электроприемников (электрифицированного инструмента и переносных ламп);
- открытых электропроводок в чердачных помещениях; электропроводок в зрелищных предприятиях (например, систем кондиционирования воздуха), прокладываемых на сцене, арене, в киноаппаратной, светопроекционной, помещениях управления аккумуляторной, на чердаке, в зрительном зале с числом мест 800 и более; электропроводок в музеях, картинных галереях, библиотеках, архивах и т. п.

Из-за отсутствия достаточного опыта использования проводов и кабелей с алюмомедными жилами в электропроводках систем автоматизации при реше-

нии вопроса о применении их в измерительных цепях приборов рекомендуется принятое решение согласовывать с заводами-изготовителями этих приборов.

Во всех случаях, когда решается вопрос применения проводов и кабелей с алюмомедными жилами, следует также учитывать возможность выполнения их ввода через вводные устройства и присоединения к зажимам конкретных типов приборов, аппаратов и других средств автоматизации.

Например, у некоторых типов приборов и аппаратов (термометров сопротивления ТСП-5071 и др.) выводные зажимы не пригодны для присоединения алюмомедных проводов. В этих зажимах жила провода или кабеля прижимается торцом винта и в месте конкретного соединения происходит смятие (деформация) жилы и разрушение ее поверхностного слоя.

При использовании алюмомедных проводов и кабелей следует учитывать, что:

- механическая прочность целого участка алюмомедного проводника на 40-50%, меньше прочности медного проводника равной проводимости (медный проводник сечением $1,5 \text{ мм}^2$, алюмомедный - $2,5 \text{ мм}^2$);
- механическая прочность жилы алюмомедных проводников при проверке на перегиб в 2-3 раза ниже прочности медных проводников; она составляет 6-7 перегибов до разрушения медного слоя на поверхности проводника и 9-12 перегибов до полного разрушения проводника. Поэтому алюмомедные проводники, как и алюминиевые, можно присоединять к зажимам аппаратов и приборов, не требующих частых (более 6-7) присоединений в процессе монтажа и эксплуатации;
- алюмомедные жилы не обладают эффектом образования термо-ЭДС при нагревании одного из концов проводника.

Требования к присоединению и соединению жил проводов и кабелей.

Выбирая те или иные марки проводов и кабелей, следует также учитывать способы их соединения и присоединения. В зависимости от сечения жил проводов и кабелей установлены определенные требования к присоединению проводников к приборам, аппаратам, зажимам, а также соединению проводников между собой.

От качества выполнения указанных соединений во многом зависит надежность электрических проводок и их пожарная безопасность.

На электрическое сопротивление контакта оказывают влияние площадь контакта, определяемая площадью токопроводящих контактных пятен, а также

наличие и толщина окисных или сульфидных пленок потускнения, возникающих в воздухе на поверхности некоторых металлов.

С увеличением давления на контактирующие поверхности увеличивается площадь контактных пятен, и электрическое сопротивление контакта падает (до определенного предела). Пленки потускнения толщиной до $20 \cdot 10^{-7}$ мм являются электропроводящими. При большей толщине их проводимость нарушается, и сопротивление контакта возрастает. Особенно интенсивный рост толщины пленки наблюдается у алюминия. Медные поверхности на воздухе также покрываются пленкой окиси меди, имеющей невысокую проводимость. Однако со временем в условиях недостаточного доступа воздуха в контактное соединение окись меди переходит в закись меди, обладающую значительной проводимостью. Этим объясняется лучшее качество медных контактов по сравнению с алюминиевыми. Для предохранения контактной поверхности от появления пленок потускнения они покрываются не окисляемыми на воздухе металлами (никелем, оловом и др.). При контактном соединении меди и алюминия вследствие различия их электрохимических потенциалов образуется гальваническая пара. Электрохимические реакции, происходящие в такой паре, вызывают разрушение одного из металлов и ухудшение контакта. Всякое увеличение сопротивления контакта приводит к значительному тепловыделению в нем при протекании электрического тока, что может послужить причиной пожара.

Поэтому к выполнению присоединения проводников к зажимам и соединению проводов между собой предъявляются определенные требования.

Присоединение однопроволочных жил проводов и кабелей сечением 0,5; 0,75 мм² и многопроволочных медных жил сечением 0,35; 0,5 и 0,75 мм² к приборам, аппаратам, сборкам зажимов должно, как правило, выполняться пайкой, если конструкция их выводов и зажимов позволяет это осуществлять (неразборное контактное соединение). При необходимости присоединения однопроволочных и многопроволочных медных жил указанных сечений к приборам, аппаратам и сборкам зажимов, имеющим выводы и зажимы для присоединения проводников под винт или болт (разборное контактное соединение), жилы этих проводов и кабелей должны оконцовываться наконечниками.

Однопроволочные медные жилы проводов и кабелей сечением 1; 1,5; 2,5; 4 мм² должны, как правило, присоединяться не посредственно под винт или болт, а многопроволочные провода этих же сечений - с помощью наконечников или непосредственно под винт или болт. При этом жилы однопроволочных и многопроволочных проводов и кабелей в зависимости от конструкции выводов и

зажимов приборов, аппаратов и сборок зажимов оконцовываются кольцом или штырем; концы многопроволочных жил (кольца, штыри) должны пропаиваться, штыревые концы могут спрессовываться штифтовыми наконечниками.

Если конструкция выводов и зажимов приборов, аппаратов, сборок зажимов требует иных способов присоединения одно и многопроволочных медных жил проводов и кабелей, должны применяться способы присоединения, указанные в соответствующих стандартах и технических условиях на эти изделия.

Присоединение алюминиевых жил проводов и кабелей сечением $2,0 \text{ мм}^2$ и более к приборам, аппаратам, сборкам зажимов должно осуществляться только зажимами, позволяющими выполнить непосредственное присоединение к ним алюминиевых проводников соответствующих сечений.

Не рекомендуется, как правило, присоединять под один зажим более одной жилы провода или кабеля. При необходимости допускается присоединение двух жил, если это позволяет осуществить конструкция зажима. Присоединение жил проводов и кабелей к приборам, аппаратам и другим средствам автоматизации, имеющим выводные устройства в виде штепсельных разъемов, должно выполняться с помощью многопроволочных (гибких) медных проводов или кабелей, прокладываемых от сборок зажимов или соединительных коробок до приборов и средств автоматизации.

Разборные и неразборные соединения медных и алюминиевых проводов и кабелей с выводами и зажимами приборов, аппаратов, сборок зажимов должны выполняться согласно требованиям соответствующих стандартов и инструкций на выполнение контактных соединений.

Соединение жил проводов и кабелей между собой производится опрессовкой, сваркой, пайкой и зажимами (винтовыми, болтовыми и т. п.); ответвления рекомендуется выполнять с помощью зажимов.

9.4. УСЛОВИЯ СОВМЕСТНОЙ ПРОКЛАДКИ ЦЕПЕЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

От условий прокладки измерительных цепей различных приборов друг с другом, а также измерительных цепей с другими цепями систем автоматизации и силовыми электропроводками автоматизируемого объекта зависит уровень электрических помех в измерительных устройствах (точность измерения), а иногда и работоспособность систем автоматизации в целом.

Помехи в измерительных линиях приборов могут возникать, например, под действием внешних электромагнитных полей, обусловленных работой промышленных электрических установок (индукционных печей, токопроводов и т.п.) а также из-за наличия емкостных связей между различными цепями, расположенными в одном кабеле, защитной трубе или пакете проводов.

Заметим, что помехи, вызванные индуктивными связями между измерительными цепями, проложенными в одном кабеле, на работе приборов сказываются незначительно. Однако их влияние становится преобладающим, когда рассматриваются наводки от силовых кабелей или других токопроводов на проложенные по той же трассе кабели с измерительными цепями приборов. Помехи, обусловленные проводимостью изоляции проводов и кабелей при нормируемом уровне изоляции, практически невелики.

Влиянию помех подвержены не только измерительные цепи приборов. Из-за емкостных связей влияют друг на друга и цепи управления, сигнализации и др. На пример, в схемах управления на переменном токе, в которых имеются длинные кабельные линии, содержащие цепи с одним общим обратным проводом, могут образовываться ложные цепи и могут происходить ложные срабатывания реле и других аппаратов. Поэтому при проектировании и монтаже электропроводок систем автоматизации очень важно правильно решить вопрос о совместных прокладках цепей различного назначения. От этого зависит, с одной стороны, нормальная работа систем автоматизации, а с другой - капитальные затраты, связанные с выполнением электрических проводок.

В настоящее время практически отсутствуют нормативные документы по прокладке электрических цепей, в которых рассматривается влияние электрических наводок на работу различных приборов систем автоматизации технологических процессов. Длительная эксплуатация тех или иных технологических установок позволяет сделать выводы о требованиях к выполнению электропроводок систем автоматизации с тем, чтобы учесть их при разработке устройств автоматики аналогичных технологических процессов.

При отсутствии указанных нормативных материалов или данных эксплуатации нужно руководствоваться рекомендациями заводов изготовителей приборов, хотя они чаще всего составлены исходя из условия прокладки цепей одного прибора.

В данном параграфе приведен ряд требований, регламентирующих совместную прокладку электропроводок различного назначения, которые необходи-

мо учитывать при проектировании и монтаже систем автоматизации. В одном кабеле, защитной трубе, пакете проводов допускается объединять цепи измерения, управления, сигнализации, питания и т. п. включая цепи питания и управления электродвигателями исполнительных механизмов и электроприводами задвижек, напряжением до 440 В переменного и постоянного токов, за исключением:

- измерительных цепей приборов и средств автоматизации, в которых помехи, возникающие из-за влияния цепей другого назначения, превосходят допустимые значения. Во всех случаях, когда оценить указанное влияние не представляется возможным, измерительные цепи приборов необходимо прокладывать в отдельных кабелях или защитных трубах;
- взаиморезервируемых цепей питания, управления. В многоканальных коробах цепи различных назначений и напряжении можно прокладывать в разных каналах;
- стационарно прокладываемых цепей питания напряжением до 42 В электрифицированного инструмента и освещения щитов по условиям техники безопасности;
- цепей систем пожарной сигнализации и пожарной автоматики.

Если имеются указания заводов-изготовителей приборов о необходимости прокладки измерительных цепей специальными проводниками (экранированными, коаксиальными и др.), то эти требования должны выполняться; в противном случае не гарантируется нормальная работа приборов.

При совместной прокладке кабелей электропроводок систем автоматизации с силовыми кабелями установок электроснабжения и силового электрооборудования в каналах, туннелях и открыто на кабельных конструкциях в производственных помещениях и наружных установках необходимо соблюдать следующие требования:

- при двустороннем расположении кабельных конструкций (полок) кабели электропроводок систем автоматизации должны размещаться по возможности на противоположной стороне от силовых кабелей;
- при одностороннем расположении кабельных конструкций кабели систем автоматизации должны размещаться под силовыми кабелями, при этом между ними следует устанавливать горизонтальные разделительные асбоцементные перегородки с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч;

- кабели электропроводок систем автоматизации допускается прокладывать рядом (на одних полках) с силовыми кабелями напряжением до 1000 В, если это допустимо по условиям совместной прокладки;
- кабели электропроводок систем автоматизации с взаиморезервируемыми цепями питания, управления и т. п. рекомендуется прокладывать на разных полках, разделенных асбоцементными перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч;
- вертикальное расстояние в свету между горизонтальными конструкциями, на которых проложены кабели систем автоматизации, должно быть не менее 100 мм; расстояние между кабелями, проложенными на одной полке, не нормируется.

При прокладке кабелей электропроводок систем автоматизации в коллекторах совместно с силовыми кабелями, кабелями связи, водо-, тепло- и воздухопроводами, помимо перечисленных выше требований, необходимо также учитывать следующее:

- при двухрядном расположении кабелей и трубопроводов с одной стороны прохода должны прокладываться сверху кабели связи, под ними теплопроводы, с другой стороны прохода - сверху силовые кабели, под ними кабели электропроводок систем автоматизации, внизу водопроводы;
- при однорядном расположении кабелей и трубопроводов сверху должны быть расположены силовые кабели, под ними - кабели электропроводок систем автоматизации, а под ними - кабели связи, внизу - водо- и теплопроводы;
- совместная прокладка в коллекторах кабелей электропроводок систем автоматизации с газопроводами, содержащими легко воспламеняющиеся и горючие жидкости, не допускается.

В производственных помещениях и наружных установках электропроводки систем автоматизации могут прокладываться совместно с командными и импульсными проводками (транспортирующими негорючие среды) устройств пневмоавтоматики, выполненными пластмассовыми трубами или пневмокабелями в коробах, на лотках, кабельных конструкциях. Сказанное не относится к пожаро- и взрывоопасным зонам; в последних такая прокладка допустима только для электропроводок с искробезопасными цепями. В коробах пластмассовые трубы или пневмокабели и электрические проводки должны прокладываться в отдельных каналах многоканальных коробов; на лотках пластмассовые трубы

или пневмокабели должны прокладываться от электрических кабелей или пучков проводов на расстоянии не менее 150 мм; на кабельных конструкциях пластмассовые трубы и пневмокабели размещаются под электрическими кабелями. С учетом возможности совместной прокладки цепей различного назначения должен решаться и очень важный для широкого внедрения промышленных методов монтажа вопрос о применении в электропроводах систем автоматизации электрических кабелей с большим числом жил.

При проектировании электропроводок с применением многожильных кабелей цепи датчиков, первичных измерительных преобразователей, исполнительных механизмов и т. п., рассредоточенных по автоматизируемому объекту, объединяют в соединительных коробках, а от соединительных коробок до щитового помещения (операторской, диспетчерской) прокладывают магистральный кабель (или кабели) с большим числом жил.

Если в производственных помещениях предусмотрены местные щиты, то объединение цепей датчиков, первичных измерительных преобразователей, исполнительных механизмов и т. п. производят на этих щитах.

В месте ввода магистральных кабелей в щитовое помещение устанавливаются шкафы сборок зажимов, на которых производится расключение жил кабелей и выполняются все необходимые соединения (перемычки). Если шкафов сборок зажимов несколько, то сборки зажимов могут устанавливаться в отдельных помещениях, примыкающих к щитовому помещению.

Электрические проводки от шкафов сборок зажимов до соответствующих панелей щита управления выполняют проводами в коробах или на лотках либо кабелями на кабельных конструкциях, в коробах, на лотках, в кабельных каналах, двойных полах.

Применение магистральных многожильных кабелей позволяет снизить расход кабельной продукции; сократить сроки выполнения монтажа за счет возможности прокладки магистральных кабелей независимо от завершенности монтажа технологического оборудования и готовности щитового помещения; улучшить технологию выполнения монтажных кабельных работ; сократить сроки выполнения монтажных работ в операторских (диспетчерских) помещениях, значительно уменьшить число перемычек между панелями за счет выполнения необходимых соединений в шкафах сборок зажимов и т. д.

Проведенный технико-экономический анализ применения многожильных магистральных кабелей вместо индивидуальных (необъединенных) проводок,

выполненных кабелями на кабельных конструкциях, вместо электропроводок, выполненных проводами в стальных коробах и трубах, показал, что при длине магистрального кабеля, большей или равной длине участка кабелей от соединительной коробки до датчиков, сметная стоимость материалов при применении многожильных кабелей снижается в среднем на 45-50%, а сметная стоимость монтажа электрических проводок на 40-45%.

9.5 ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ ПРОВОДАМИ И КАБЕЛЯМИ В СТАЛЬНЫХ КОРОБАХ И НА ЛОТКАХ

Электропроводки в коробах и на лотках находят все большее применение при монтаже систем автоматизации производственных процессов. При использовании стальных коробов и лотков уменьшается расход стальных труб и трудовые затраты при монтаже.

Электропроводки в стальных коробах применяются в производственных помещениях и наружных установках для прокладки больших потоков проводов, когда применение электропроводок в защитных трубах нецелесообразно по технико-экономическим соображениям (высокая стоимость, большой объем монтажных работ и т.п.)

Стальные короба могут использоваться также для прокладки кабелей, если последние, исходя из местных условий, недопустимо или нецелесообразно прокладывать, открыто на кабельных конструкциях или на лотках.

Для монтажа электропроводок систем автоматизации используются унифицированные конструкции коробов и лотков, в состав которых входят различные элементы (угольники, тройники, крестовины, элементы проходов через стены и т. д.), из которых собираются трассы практически любой конфигурации и сложности.

При выполнении электропроводок в коробах и лотках необходимо соблюдать следующие основные требования.

В коробах кабели и провода допускается прокладывать многослойно (россыпью) или упорядоченным взаимным расположением. Высота слоев в данном коробе не должна превышать 150 мм.

Сумма сечений проводов и кабелей, укладываемых в короб, подсчитанная по наружным диаметрам, включая изоляцию и наружные покровы, не должна превышать для коробов с открываемыми крышками 60% сечения короба в све-

ту.

На лотках провода и кабели должны прокладываться пучками вплотную друг к другу в один слой (кабели без пучков также в один слой). Наружный диаметр пучков проводов и кабелей не должен превышать 100 мм. Допустима также многослойная прокладка пучков проводов и кабелей на лотках, если лотковая конструкция позволяет это выполнить.

В общем случае допустимые длительные токовые нагрузки на провода и кабели, проложенные пучками на лотках или многослойно в коробах, должны приниматься с учетом снижающих коэффициентов.

Высота расположения коробов не нормируется. Трасса коробов должна монтироваться под уклоном, чтобы предотвратить скопление влаги внутри коробов.

Лотки устанавливаются на высоте не менее 2 м от уровня пола или площадки обслуживания. На горизонтальных участках они могут прокладываться без крепления; на вертикальных и наклонных участках крепление необходимо. Соединяемые секции коробов и лотков должны образовывать электрическую непрерывную цепь по всей длине.

Расстояние от коробов и лотков до других электропроводок должно обеспечивать нормальные условия монтажа и эксплуатации электропроводок с учетом конструкции короба или лотка и составлять:

- при пересечении технологических и других трубопроводов - не менее 50 мм, а трубопроводов с горючими жидкостями и газами - не менее 100 мм;
- при параллельной прокладке с технологическими и другими трубопроводами - не менее 100 мм, а с трубопроводами с горючими жидкостями и газами - не менее 400 мм.

Короба и лотки, проложенные параллельно горячим трубопроводам или пересекающие их, должны находиться вне зоны влияния температур этих трубопроводов, либо защищаться теплоизоляционными экранами.

Короба и лотки в месте пересечения осадочных и температурных швов зданий и сооружений должны иметь компенсирующие устройства.

Проходы электропроводок в коробах и лотках через стены и перекрытия выполняются уплотненными и открытыми.

В целях пожарной безопасности внутри коробов должны предусматриваться негорючие перегородки: на вертикальных участках – через 20 м и при пе-

реходе через перекрытие; на горизонтальных – при переходе через стены.

Изоляция, защитные оболочки и наружные покровы проводов и кабелей, прокладываемых в коробах и на лотках, должны соответствовать условиям окружающей среды.

9.6. ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ ПРОВОДАМИ И КАБЕЛЯМИ В ЗАЩИТНЫХ ТРУБАХ

Электропроводки в защитных трубах в производственных помещениях и наружных установках следует применять только в тех случаях, когда не рекомендуется или не целесообразны другие способы прокладки: в коробах, лотках, открытые кабельные электропроводки и т.д.

В качестве защитных труб в электропроводках систем автоматизации используются пластмассовые и стальные трубы.

Область применения и сортамент стальных и пластмассовых труб. Стальные трубы для электропроводок разрешается применять в порядке исключения в случаях, когда не допускается прокладка проводов и кабелей без труб, а применение пластмассовых труб запрещается.

Пластмассовые трубы (полиэтиленовые, полипропиленовые, винилпластовые) в качестве защитных труб электропроводок применяются в помещениях, в которых температура окружающей среды не превышает 60°C. Пластмассовые трубы запрещается прокладывать в горячих цехах (литейных, кузнечно-прессовых и т.д.), а также в местах, где может производиться работа с горячим металлом; трасса пластмассовых труб не должна проходить вблизи горячих поверхностей или пересекать их.

Сортамент и область применения стальных труб в электропроводках систем автоматизации приведены в таблицах 9.1, 9.2.

Таблица 9.1. Трубы стальные водогазопроводные по ГОСТ 3262-75

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки трубы, мм	
		легкой	обыкновенной
15	21,3	2,5	2,8
20	26,8	2,5	2,8
25	33,5	2,8	3,2

32	42,3	2,8	3,2
40	48,0	3,0	3,5
50	60,0	3,0	3,5

Таблица 9.2. Трубы стальные электросварные по ГОСТ 10704-76 для соединения на накатной резьбе и безрезьбового соединения

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки трубы, мм
20	20	1,6
25	25	1,6 и 1,8
32	32	1,8 и 2,0
50	51	2,0

9.6.1. Область применения стальных водогазопроводных и электросварных труб в электропроводках систем автоматизации

Водогазопроводные трубы легкие по ГОСТ 3262-75. Область применения: в обоснованных случаях согласно техническим правилам ТП101-76 во всех установках и средах, кроме взрывоопасных.

При открытой прокладке в сухих и влажных помещениях могут применяться без уплотнения мест соединения и ввода труб в коробки.

При скрытой прокладке в сухих и влажных помещениях, при открытой и скрытой прокладке во всех других помещениях, а также на чердаках. В подливках полов, фундамента и других строительных элементах места соединений труб должны выполняться муфтами на резьбе, а места ввода в коробки должны быть уплотнены.

Применение запрещается: во взрывоопасных установках.

Водогазопроводные трубы обыкновенные по ГОСТ 3262-75. Область применения: только во взрывоопасных помещениях.

Применение запрещается во всех других помещениях и установках.

Электросварные трубы по ГОСТ 10704-76. Область применения: При открытой прокладке в сухих и влажных помещениях могут применяться без уплотнения мест соединения и ввода труб в коробки.

При скрытой прокладке (в стенах, перекрытиях, подливке полов, фунда-

мента и других строительных элементах сооружения), в сухих и влажных помещениях, а также при открытой и скрытой прокладке в жарких, пыльных пожароопасных помещениях и на чердаках трубы должны соединяться стандартной стальной муфтой с накатной резьбой; места соединения и ввода труб должны быть уплотнены, допускается выполнять выходы участков труб из фундаментов в грунт в пределах помещения при условии дополнительной антикоррозионной защиты труб.

Применение запрещается: во взрывоопасных установках. В качестве заземляющих и нулевых защитных проводников с толщиной стенки до 1,5 мм в зданиях и толщиной до 2,5 мм в наружных установках, в земле.

Трубы легкие по ГОСТ 3262-75, сортамент которых приведен в таблице 9.1, могут поставляться под накатку резьбы как для выполнения уплотненных соединений труб между собой, так и для выполнения безрезьбового соединения (манжетами, гильзами и т.п.) без уплотнения.

Трубы обыкновенные водогазопроводные допускается применять только во взрывоопасных зонах всех классов и их соединение между собой осуществляется с помощью резьбовых муфт.

9.6.2. Требования к прокладке проводов и кабелей в защитных трубах.

Провода для прокладки в защитных трубах в производственных помещениях и наружных установках выбираются в соответствии с рекомендациями, приведенными в 9.6.1.

Стальные трубы являются только защитой от механических повреждений и в какой-то мере при уплотненном способе соединения защищают проложенные в них провода от непосредственного воздействия окружающей среды - пыли, влаги, агрессивных газов и т.п.

Пластмассовые трубы при уплотненных соединениях также защищают провода от агрессивного воздействия окружающей среды в тех случаях, когда пластмассовые трубы стойки в данной среде.

Кабели электропроводок систем автоматизации в защитных трубах прокладываются сравнительно редко. Такая необходимость может возникнуть, например, в случаях, когда требуется механическая защита небронированных кабелей, прокладываемых на высоте 2 м от уровня пола. Кабели, прокладываемые в защитных трубах, так же как и провода, должны удовлетворять требованиям

окружающей среды.

Диаметр защитной трубы рассчитывается в зависимости от диаметров и количества прокладываемых проводов и длины защитной трубы.

Соединения и ответвления проводов и кабелей в защитных трубах проложенных скрыто или открыто выполняются в коробках. Места соединений и ответвлений проводов и кабелей не должны испытывать механических усилий. В местах соединений ответвлений жилы проводов должны иметь изоляцию, равноценную изоляции целых мест этих проводов.

Соединительные коробки должны соответствовать условиям окружающей среды и характеристике производственного помещения или наружной установке.

Для ввода проводов в корпуса аппаратов, приборов и других средств автоматизации допускается (например, в местах, где возможны вибрации, сотрясения и т.п.) применять гибкие металлические рукава в сочетании с защитными трубами. При этом внутренний диаметр рукава должен соответствовать внутреннему диаметру защитной трубы, в которой выполнена электропроводка. Допускается также использование металлических рукавов в качестве гибких вставок в защитные трубы при наличии сложных поворотов и углов, при переходах труб из одной плоскости в другую для устройства компенсаторов.

9.7 ОТКРЫТЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ НА КАБЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Этот вид прокладки кабелей широко распространен в электропроводках систем автоматизации. Он применяется в производственных помещениях и наружных установках во всех случаях, когда допустимы открытые способы прокладки кабелей.

Отметим основные требования, предъявляемые к открытой прокладке кабелей на кабельных конструкциях.

Трассу кабелей рекомендуется выбирать по возможности прямолинейной; ее следует также относить от разного вида трубопроводов (особенно горячих) и от мест, где требуется специальная защита от механических повреждений. Расстояние между параллельно проложенными кабелями и различными трубопроводами должно быть не менее 0,5 м, а между газопроводами и трубопроводами с горячими жидкостями – не менее 1 м. Прокладка кабелей над, под маслопро-

водами и трубопроводами с горючей жидкостью не допускается.

Проход кабелей через перекрытия и внутренние стены производится в трубах или проемах; после прокладки кабелей зазоры в трубах и проемах заделываются легко пробиваемыми несгораемыми материалами (асбестом, шлаковатой и т.п.).

Прокладка кабелей в полах, фундаментах (при подходе к оборудованию) и междуэтажных перекрытиях производится в каналах или трубах. Заделка кабелей в строительных основаниях наглухо без труб не допускается. Для заделки в полах и междуэтажных перекрытиях, выполненных из сгораемых материалов, применяются только стальные трубы.

В местах, где возможно перемещение механизмов, оборудования, грузов, транспорта, и в местах, доступных не только персоналу, обслуживающему системы автоматизации, кабели (в том числе бронированные) с целью защиты их от механических повреждений ограждаются на высоту до 2 м от пола.

При открытой прокладке кабелей в наружных установках необходимо предусматривать меры по защите их от действий солнечных лучей.

Все металлические конструкции, на которых проложены кабели, должны быть заземлены.

9.8 КАБЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ В КАНАЛАХ, ТУННЕЛЯХ, КОЛЛЕКТОРАХ И БЛОКАХ

Прокладка кабелей в наружных установках в каналах и туннелях применяются в случаях, когда затруднена или невозможна открытая прокладка потока кабелей (более 20), идущих в одном направлении на кабельных конструкциях, и при этом невозможно или нецелесообразно прокладывать кабели в земле.

В производственных помещениях прокладка кабелей в каналах выполняется при невозможности осуществления открытой прокладки кабелей на кабельных конструкциях.

Необходимо учитывать, что каналы и туннели являются дорогостоящими сооружениями, поэтому их строительство должно быть технически и экономически обосновано.

Прокладка кабельных электропроводок систем автоматизации в коллекторах вместе с другими кабелями и водо-, тепло-, воздухопроводами возможна при совпадении трасс электропроводок систем автоматизации с направлением про-

хождения коллектора.

Прокладка кабелей в блоках, как наиболее экономичная, применяется на отдельных участках трассы: в грунтах, агрессивным по отношению к оболочкам кабелей; в местах, где возможны разливы металла и т.п.

К устройству кабельных туннелей, каналов, блоков предъявляется ряд требований.

Туннели должны быть отделены от других сооружений, соседних коллекторов, туннелей, шахт и каналов несгораемыми перегородками и перекрытиями с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч. Протяженные туннели надо делить на отсеки длиной не более 150 м, между отсеками ставить несгораемые перегородки с дверьми.

В туннелях и каналах должны предусматриваться мероприятия, предотвращающие попадание технологических, ливневых и грунтовых вод.

В туннелях должны предусматриваться извещатели, сигнализаторы и установки пожаротушения и вентиляционные устройства.

В наружных установках каналы поверх съемных железобетонных плит должны засыпаться землей на высоту не менее 0,3 м. На участках, где могут быть пролиты расплавленный металл, жидкости с высокой температурой или вещества, разрушающие оболочку кабелей, сооружение кабельных каналов не допускается.

9.9 КАБЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ В ЗЕМЛЕ (ТРАНШЕЯХ)

Прокладка кабелей электропроводок систем автоматизации в земле (траншеях) применяется в тех случаях, когда затруднена или невозможна открытая прокладка кабелей в наружных установках.

Отметим основные требования к прокладке кабелей в траншеях. В траншеях прокладывается не более 4-5 кабелей. На дне траншеи насыпается слой мелкой земли толщиной 100 мм. Такой же слой толщиной 100 мм насыпается поверх проложенных кабелей. Кроме того, в местах, где возможны механические повреждения, кабели защищаются плитами или кирпичом, уложенным поперек кабелей поверх слоя подсыпки.

Глубина прокладки кабелей в траншее, отсчитанная от планировочной отметки, должна составлять 0,7 м. Расстояние между кабелями систем автомати-

зации, проложенными в одной траншее, не нормируется.

При необходимости совместной прокладки в одной траншее кабелей различных назначений, например силовых и кабелей систем автоматизации, расстояние в свету между ними должно быть не менее 100 мм.

Расстояние в свету от различного рода сооружений до прокладываемого вдоль них кабеля должно быть не менее: 0,6 м от фундаментов зданий (прокладка кабелей под зданиями, а также через подвальные помещения не допускается); 0,5 м – от холодных трубопроводов; 1 м – от нефте- и газопроводов; 2 м – от теплопроводов.

Прокладка кабелей над и под трубопроводами в вертикальной плоскости не допускается.

10. ТРУБНЫЕ ПРОВОДКИ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

10.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

Под трубной проводкой понимается совокупность труб и трубных кабелей (пневмокабелей), соединительных и присоединительных устройств, арматуры, устройств защиты от внешних воздействий, крепежных установочных узлов и деталей, собранных в цельную конструкцию, проложенную и закрепленную на элементах зданий и сооружений или на технологическом оборудовании.

Трубные проводки служат линиями связи для передачи энергии в пневматических и гидравлических системах автоматики и выполнения различных вспомогательных функций, связанных с их обслуживанием (обогрева, охлаждения, дренажа, промывки и т. п.).

По функциональному назначению трубные проводки подразделяются на *основные* и *вспомогательные*, а по расположению в автоматизированном объекте — на *внутренние* и *наружные*, *скрытые* и *открытые*.

К основным трубным проводкам относятся импульсные, командные и питающие, к вспомогательным — обогревающие, охлаждающие, дренажные и т. п.

Трубные проводки, проложенные внутри зданий и сооружений, носят название внутренних, а проводки, проложенные по наружным стенам зданий и сооружений, эстакадам и т. п. — наружных.

Трубные проводки, проложенные внутри стен, полов, потолков за изоляцией и обшивкой технологического оборудования и трубопроводов и т. п., принято считать скрытыми, а проложенные по стенам, по толкам, эстакадам, по технологическому оборудованию и трубопроводам, — открытыми.

Импульсные трубные проводки предназначены для передачи воздействия контролируемой или регулируемой технологической среды на чувствительные элементы измерительных преобразователей, приборов и регулирующих устройств непосредственно или через разделительные среды. К импульсным проводкам относятся также капилляры манометрических термометров.

К командным трубным проводкам относятся проводки, обеспечивающие передачу командных сигналов от передающих устройств к приемным, напри-

мер сигнала от пневматического регулирующего устройства к мембранному исполнительному механизму.

Питающие трубные проводки обеспечивают подачу энергии сжатого воздуха или давления масла (воды) к пневматическим и гидравлическим средствам автоматизации.

В зависимости от свойств и параметров технологических сред, заполняющих трубные проводки систем автоматики, они могут быть подразделены на категории.

В зависимости от того, к какой категории могут быть отнесены трубные проводки проектируемого объекта, они могут быть выполнены из черных и цветных металлов или полимерных материалов.

10.2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТРУБНЫМ ПРОВОДКАМ

Надежная работа приборов и средств автоматизации во многом определяется со стоянием трубных проводок при их эксплуатации.

Состояние трубных проводок в свою очередь зависит от того, насколько полно были учтены при проектировании требования технического задания, условия окружающей среды, свойства среды, заполняющей трубные проводки, возможности механических воздействий, соответствие материала труб условиям эксплуатации и т. п.

Основные требования, которые необходимо учитывать при проектировании трубных проводок, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Трубные проводки должны обеспечивать возможность:
 - проверки и испытаний приборов, средств автоматизации и самих трубных проводок во время их монтажа, наладки и эксплуатации без останова технологического оборудования;
 - продувки и промывки приборов, средств автоматизации и самих трубных проводок без останова технологического оборудования;
 - заполнения приборов, средств автоматизации и импульсных трубных проводок разделительными жидкостями;
 - удаления газов из приборов, средств автоматизации и самих трубных проводок, заполняемых жидкостями;
 - удаления конденсатов жидкостей из приборов, средств автоматизации и самих трубных проводок, заполняемых газами.
2. Трубные проводки должны иметь уклоны для стока, образующегося в

них конденсата или отвода скопляющихся газов с целью предотвращения отказов в работе приборов и средств автоматизации. Для этого в наиболее низких точках трубных проводок, заполняемых влажным газом, должны быть предусмотрены устройства для слива конденсата, а в наиболее высоких точках трубных проводок, заполняемых жидкостью, — устройства для сброса газов.

Без уклонов могут прокладываться пневматические командные линии связи, так как по условиям эксплуатации средств пневмоавтоматики по ним должен транспортироваться очищенный и осушенный сжатый воздух.

Импульсные трубные проводки к манометрам должны иметь уклон не менее 1:50, а к дифманометрам — не менее 1:10.

3. Трубные проводки систем автоматизации должны обладать механической прочностью и плотностью соединений и присоединений с трехкратным (или большим) запасом прочности при воздействии на них вибраций технологического оборудования и опорных конструкций, по которым они прокладываются, а также при пульсации среды, заполняющей трубные проводки.

4. Трубные проводки должны иметь проходные сечения труб, обеспечивающие передачу информации на заданные расстояния при времени запаздывания не более максимально допустимого для данной системы контроля или управления.

5. При наличии пульсаций среды, заполняющей питающие или импульсные проводки, должны быть установлены сглаживающие устройства, не ухудшающие точности измерений и динамических характеристик приборов и регуляторов.

6. Трубные проводки, прокладываемые в пожаро- и взрывоопасных помещениях, вблизи от силовых электрических цепей должны быть заземлены на обоих концах; в местах разъемных соединений трубных проводок необходимо предусматривать перемычки из стальной или медной проволоки.

7. Прокладка трубных проводок, заполняемых маслом, в помещениях с кислородными установками не допускается.

8. По механической прочности трубы выбираются исходя из наиболее неблагоприятного режима их работы. При этом должны учитываться параметры, свойства и характер изменения среды, как протекающей в трубах, так и окружающей.

10.3. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ИМПУЛЬСНЫХ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

В схемах импульсных трубных проводок необходимо учитывать некоторые физические процессы, происходящие в жидкостях и газах, которые могут существенно влиять на результат измерения.

Все жидкости, например, обладают способностью растворять в себе газы, причем количество растворяемого в данном объеме жидкости газа тем больше, чем выше давление жидкости. При падении давления жидкости выделяются растворенные в ней газы и при неправильной прокладке труб эти газы образуют в верхних точках линий “воздушные мешки”. Так как газы имеют плотность, во много раз меньшую плотности жидкости, произойдет изменение гидростатического давления, что в свою очередь станет причиной неправильных показаний приборов.

Газы, как правило, содержат водяные пары, которые при изменении температуры будут конденсироваться. Если при этом трубная проводка неправильно проложена, то в нижних точках схемы конденсат образует “водяные пробки”, искажающие показания приборов.

Температура среды в импульсных трубных проводках должна быть равна примерно температуре помещений, где они расположены. Однако она, как правило, бывает ниже температуры измеряемой среды, поэтому плотность измеряемой среды в трубной проводке больше плотности в месте отбора давления. Таким образом, если прибор установлен выше отбора давления, то при не правильной прокладке труб в них будет происходить конвекционное движение измеряемой среды. Это движение может вызвать подогрев чувствительного элемента прибора до температуры выше допустимой и исказить измеряемое давление за счет изменения упругих свойств чувствительного элемента от изменения температуры. В связи с этим длина трубной проводки должна быть такой, чтобы температура измеряемой среды, поступающей в прибор, не отличалась от температуры окружающей среды. Но при этом она не должна превышать наибольшей допустимой длины, указанной в инструкциях по монтажу и эксплуатации приборов.

С учетом рассмотренных физических процессов общие правила построения схем импульсных трубных проводок, заполненных жидкостью или газом, можно сформулировать следующим образом:

1) для жидкости:

- если прибор расположен ниже отбора давления, то импульсную трубную проводку целесообразно направить сразу вниз; если прибор расположен выше места отбора давления, импульсную трубную проводку от отбора

следует направить сначала с уклоном вниз к горизонтали, обеспечивающим выход газа через место отбора давления;

- если в импульсной трубной проводке имеется верхняя точка, не являющаяся местом отбора давления, то в ней необходимо предусмотреть специальный газосборник и устройство для выпуска газов;

2) для газа:

- если прибор расположен выше места сбора давления, то импульсную трубную проводку целесообразно направить вверх; если прибор расположен ниже места отбора давления, то импульсную трубную проводку от отбора следует направить сначала с уклоном вверх к горизонтали, обеспечивающим сток конденсата через места отбора давления;
- если в импульсной трубной проводке имеется нижняя точка, не являющаяся местом отбора давления, то в ней необходимо предусматривать специальный влаго-сборник и устройство для слива конденсата.

10.4. СПОСОБЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

Способ монтажа, испытаний и приемки трубных проводок определяется, к которой относятся конкретные трубные проводки. В процессе проектирования трубных проводок должны быть решены задачи, обеспечивающие правильную и надежную работу приборов и средств автоматизации. Однако решение только этих задач при проектировании трубных проводок в условиях современного строительства является недостаточным. Сокращение сроков, удешевление и повышение качества строительства во многом зависят от того, в какой мере технические решения по трубным проводкам предусматривают применение индустриальных методов монтажа.

В связи с этим в схемах и монтажных чертежах трубных проводок должны в максимальной степени использоваться чертежи типовых конструкций групповой установки прибора и датчиков, поддерживающих конструкций, трубных блоков и т. д. разрабатываемые головными проектными институтами по автоматизации технологических процессов.

Кроме того, должно быть обеспечено: максимальное применение нормализованных монтажных изделий, сокращение, как по номенклатуре, так и по типоразмерам монтажных материалов, поставка блоков и трубных узлов заводского изготовления, максимальное использование закладных деталей и конструкций.

Трубные проводки систем автоматизации по способу прокладки делятся на одиночные и групповые. Групповые проводки, как правило, выполняются готовыми к монтажу трубными блоками или пакетами. Трубные блоки импульсных, командных и питающих трубных проволок изготавливаются по чертежам типовых конструкций на следующие пределы условного давления (P_u) неагрессивной среды:

- до 1 МПа - блоки из труб по ГОСТ 3262-75;
- до 1,6 МПа - блоки из труб по ГОСТ 8734-75;
- до 6,4 МПа - блоки из труб по ГОСТ 617-72.

Типовые чертежи разработаны на блоки из труб по ГОСТ 8734 - 75 с наружными диаметрами 10 и 14 мм, по ГОСТ 3262-75 с условными проходами 15, 20 и 25 мм, по ГОСТ 617-72 с наружным диаметром 8 мм.

По конструктивному исполнению трубные блоки могут быть следующих видов:

- пакетные (крепление труб в блоке осуществляется обоймой пакетной);
- мостовые (крепление труб в блоке осуществляется на мостах скобами);
- на обойме (крепление труб осуществляется на обойме скобами);
- на швеллере (крепление труб осуществляется на перфшвеллере скобами).

Для возможности выполнения различных вариантов прокладок трубных проводок в различных плоскостях трубные блоки могут быть следующих конструктивных исполнений: прямые, угловые (с углом 90°) и Z-образные.

В качестве опорных конструкций для установки и крепления трубных блоков могут быть применены типовые кронштейны, подвесы и прочие конструкции.

Прокладку трубных проводок следует выполнять по кратчайшим расстояниям от отборных и приемных устройств до измерительных преобразователей и приборов параллельно стенам, перекрытиям, колоннам и т. п. Трубные проводки должны прокладываться с минимальным числом поворотов и пересечений в местах, легко доступных для монтажа и обслуживания, без резких колебаний температуры окружающей среды, не подверженных вибрациям и механическим повреждениям.

Трубные проводки с токсичными, взрыво- или пожароопасными заполняющими средами необходимо размещать, закреплять и защищать так, чтобы к ним был обеспечен свободный доступ для осмотра и ревизии.

Эти категории трубных проводок должны располагаться в местах, где не может быть скопления токсичных, взрыво- и пожароопасных веществ, выходящих из труб в случае нарушения плотности в соединениях.

В пыльных помещениях трубные проводки следует прокладывать в один слой на расстоянии от стен и перекрытий, допускающем производить их механическую очистку от пыли смыванием водой или обдувкой воздухом.

В особо сырых помещениях конструкции, несущие трубные проводки, рекомендуется выполнять разборными, допускающими очистку, окраску или замену их новыми. При невозможности применения разборных несущих конструкций должны быть применены конструкции повышенной прочности.

При перепадах температуры окружающей среды более 32°С на отдельных участках стальных трубных проводок, более 20 °С на участках медных проводок, более 36 °С на участках пластмассовых трубных проводок должна быть предусмотрена компенсация температурных удлинений трубных проводок. Для этого рекомендуется использовать преимущественно повороты труб. В необходимых случаях следует применять П-образные компенсаторы, например, при прохождении трубных проводок через температурные швы зданий и сооружений.

В случае необходимости прокладки трубных проводок в местах, подверженных вибрациям, должны быть приняты меры к максимально возможному снижению этих воздействий, при которых обеспечивалась бы прочность и плотность трубных проводок. Для устранения или уменьшения вибраций рекомендуется предусматривать различные устройства, выбираемые в каждом конкретном случае отдельно. К таким устройствам относятся:

- прокладка отдельных пролетов трубных проводок в коробах или на лотках с дополнительным закреплением в точках, отстоящих одна от другой на неравных расстояниях;
- закрепление труб во всех опорных точках;
- введение амортизирующих прокладок и прокладок в точках крепления трубных проводок;
- скрепление труб между собой бандажами и т. п.

При необходимости выполнения трубных проводок из металлических труб скрытыми, в стенах, полах и потолках, в которых они будут расположены, должны быть предусмотрены специальные устройства, обеспечивающие возможность осмотра и ремонта трубных проводок при их эксплуатации без нарушения строительных частей зданий и сооружений.

Выполнять скрытыми проводки, в которых трубы заполняются токсичными, взрывоопасными и легковоспламеняющимися веществами, не допускается.

Для пневматических линий связи в последние годы очень широкое применение нашли пластмассовые трубы и пневмокабели. Выбирая способ прокладки пластмассовых трубопроводов, необходимо иметь в виду ряд специфических особенностей, ограничивающих их применение:

- пластмассовые трубопроводы из нестабилизированного полиэтилена и поливинилхлорида натурального цвета необходимо защищать от воздействия прямых солнечных лучей. Их допускается применять только при прокладке в закрытых каналах, туннелях, шахтах, коробах, трубах и других защитных устройствах;
- при открытой прокладке пластмассовых трубопроводов участки, находящиеся на высоте до 2,5 м от пола, должны быть защищены от механических воздействий;
- пластмассовые трубопроводы должны прокладываться на таком расстоянии от поверхностей технологических аппаратов и трубопроводов, нагретых до температуры выше плюс 60 °С, чтобы температура пластмассовых труб не превышала допустимую для данного рабочего давления.

При необходимости прокладки участков пластмассовых трубопроводов вблизи нагретых поверхностей последние должны быть ограждены экранами или покрыты слоем термоизоляции, обеспечивающей нормальные условия работы пластмассовых труб.

При выборе способа прокладки труб должны быть решены вопросы, связанные с выполнением проходов трубных проводок через стены и перекрытия зданий и сооружений.

Конструктивно проход представляет собой проем в стене или перекрытии, обрамленный металлом (уголком, стальным листом и т. п.), либо заделанную в стену или перекрытие закладную часть (гильзу, патрубков, короб с песочным затвором, короб со стальной плитой, стальную плиту с переборочными соединениями или с вваренными в нее патрубками) или просто проем, заделанный негорючими материалами, предназначенный для перехода трубных проводок из одного помещения в другое или наружу.

В зависимости от классификации основного и смежного помещений, проход должен быть выполнен открытым или уплотненным.

Открытый проход выполняется в виде проема в стене для блока труб или

гильз, патрубков, заделанных в стены или перекрытия, для одиночных труб без уплотнения или с уплотнением легкоъемными материалами.

Уплотненный проход выполняется с помощью стальных плит с установленными на них переборочными соединителями или вваренными в них стальными патрубками либо коробов с песочными затворами - для групповых проводов, с помощью гильз с сальниками - для одиночных проводов. Уплотненные проходы трубных проводов выполняются в случаях:

- когда по условиям эксплуатации смежные помещения не должны сообщаться друг с другом;
- перехода с одного взрыво- или пожароопасного помещения в другое;
- перехода из взрыво- или пожароопасного помещения в не взрыво- и не пожароопасное помещение.

10.5. УСЛОВИЯ СОВМЕСТНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБНЫХ ПРОВОДОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

При разработке схем внешних соединений электрических и трубных проводов и планов расположения щитов, пультов, электрических и трубных проводов нередко приходится решать вопросы совместной прокладки проводов различного назначения. Эти решения должны быть во всех случаях достаточно обоснованными, так как несоблюдение условий совместной прокладки проводов, установленных различными нормативными документами и ведомственными инструкциями, может привести к нарушению нормальной работы технологического оборудования и аварийным ситуациям.

При проектировании трубных проводов лучшим решением является прокладка трубных проводов различных категорий отдельными потоками, если это не приводит к удорожанию их монтажа и эксплуатации.

Трубопроводы, транспортирующие токсичные, взрывоопасные и легко воспламеняющиеся вещества (группы А и Б), и трубопроводы, транспортирующие неопасные среды (группы В, Г и Д), должны всегда прокладываться отдельными потоками.

Трубные проводки I и II категорий с проводками III, IV и V категорий совместно прокладывать также не рекомендуется. В тех случаях, когда этого избежать не удастся, должны предусматриваться меры по их защите от взаимного воздействия.

Трубные проводки, как правило, должны прокладываться отдельно от электрических проводок. Исключением являются трубные проводки V категории, выполненные из пластмассовых труб при заполнении их инертными газами (или воздухом), которые могут прокладываться совместно с искробезопасными электрическими проводками (измерительными цепями термоэлектрических термометров, термометров сопротивления, газоанализаторов и т. п.).

Решение вопросов совместной прокладки пластмассовых трубопроводов и пневмокабелей с электрическими проводками осуществляются с соблюдением положений:

1) в невзрыво- и непожароопасных помещениях совместная прокладка допускается в коробах, каналах, на общих сборных кабельных конструкциях, лотках, мостах, при этом:

- в коробах пластмассовые трубы и пневмокабели должны прокладываться в отдельных каналах двух- и трехканальных коробов;
- в каналах пластмассовые трубы и пневмокабели, прокладываемые по дну канала, должны располагаться на расстоянии не менее 150 мм от электрических кабелей;
- на сборных кабельных конструкциях, укрепленных на элементах здания или установленных на стенах кабельных каналов, пластмассовые трубы и пневмокабели должны прокладываться на отдельных полках или крючках. Пластмассовые трубы и пневмокабели должны располагаться ниже электрических кабелей на расстоянии не менее 150 мм;
- на мостовых конструкциях и лотках пластмассовые трубы и пневмокабели должны прокладываться на расстоянии не менее 150 мм от электропроводок;

2) во взрыво- и пожароопасных помещениях всех классов совместная прокладка пластмассовых труб и пневмокабелей с электрическими проводками (в общих каналах, коробах всех типов и на общих конструкциях) не допускается. Исключение составляет ранее рассмотренный случай совместной прокладки с электрическими проводками искробезопасных цепей;

3) взаимное расположение в пространстве пневмокабелей, пакетов пластмассовых труб, пакетов проводок и электрических кабелей не регламентируется.

10.6. ВЫБОР ТРУБ И ПНЕВМОКАБЕЛЕЙ ДЛЯ ТРУБНЫХ

ПРОВОДОК

Выбор труб и пневмокабелей для трубных проводок различного назначения необходимо производить в соответствии с основными требованиями, предъявляемыми к трубным проводкам (см. § 10.2).

В целях повышения уровня унификации трубных проводок, сокращения номенклатуры и числа трубопроводной арматуры и соединительных устройств для трубных проводок систем автоматизации технологических процессов рекомендуется применять следующие трубы и пневмокабели:

- трубы бесшовные по ГОСТ 8734-75 из углеродистых и легированных сталей и трубы бесшовные по ГОСТ 9941-81 из нержавеющей сталей с наружными диаметрами 6, 8, 10, 14, 16, 22 мм и толщиной стенки не менее 1 мм;
- трубы стальные водогазопроводные (газопроводные, газовые) по ГОСТ 3262-75 неоцинкованные и оцинкованные, обыкновенные и легкие с условными проходами 8, 15, 20 и 25 мм;
- трубы медные по ГОСТ 617-72 с наружными диаметрами 6, 8, 10 мм и толщиной стенки не менее 1 мм;
- трубы из алюминия и алюминиевых сплавов по ГОСТ 18475-82 с наружными диаметрами 6, 8, 10 мм и толщиной стенки не менее 1 мм;
- трубы поливинилхлоридные по ТУ 605-1342-70 с внутренним диаметром 4 мм и толщиной стенки 1 - 4 мм;
- трубы полиэтиленовые по ТУ 6.19-272-85 с наружным диаметром 6 мм и толщиной стенки 1 мм и наружным диаметром 8 мм и толщиной стенки 1,6 мм;
- трубы резиновые технические по ГОСТ 5496 -78 с наружным диаметром 8 мм и толщиной стенки 1,25 мм;
- пневмокабели (трубные кабели) по ТУ 16-505.702-81 из 7 или 12 полиэтиленовых труб 6 x 1 или 8 x 1,6 мм.

Выбор сортамента и материала труб и пневмокабелей для конкретных трубных проводок в зависимости от их длины, характеристики транспортируемых сред (газ, пар, жидкость) и их параметров (давления, температуры) рекомендуется проводить в соответствии с таблицей 10.2.

Приведенные в таблице 10.2 рекомендации по выбору сортамента и материала труб составлены применительно для неагрессивных транспортируемых и

окружающих сред на основании опытных данных, полученных в различных отраслях промышленности. При использовании рекомендаций таблицы 10.2 необходимо иметь в виду следующее:

- для трубных проводок, в которых поток измеряемой среды отсутствует, пределы температур не устанавливаются;
- для трубных проводок пневматических систем автоматизации необходимо дополнительно учитывать рекомендации, направленные на уменьшение инерционности линий связи и обеспечение их пожаробезопасности;
- запорные органы, устанавливаемые на трубных импульсных проводках, должны иметь проходные отверстия не менее внутреннего диаметра труб. Приведенные в таблице 10.2 рекомендации могут быть использованы и при измерении параметров агрессивных, вязких и кристаллизующихся паров, газов и жидкостей при условии использования отборных устройств с разделительными мембранами.

Если при выборе сортамента и материала трубных проводок характеристика транспортируемых сред и их параметры выходят за пределы, указанные в таблице 10.2, то следует руководствоваться требованиями действующих ведомственных нормативных документов и нормативных документов, распространяемых на технологические трубопроводы автоматизируемого объекта.

При применении пластмассовых труб следует иметь в виду специфические свойства материалов, из которых они изготавливаются:

- чувствительность к механическим повреждениям и повреждениям от брызг металла при сварке;
- ухудшение механических свойств при повышении температуры;
- отрицательное действие солнечного света на трубы из нестабилизированного полиэтилена и на поливинилхлоридные трубы натурального цвета;
- большой коэффициент линейного расширения;
- горючесть полиэтиленовых труб;
- подверженность порче грызунами.

В связи с этим для трубных проводок систем автоматизации, работающих в условиях тропического климата, применение пневмокабелей, поливинилхлоридных и полиэтиленовых труб не рекомендуется.

Технические характеристики и область применения пневмокабелей приве-

дены в таблице 10.1. Температурный диапазон применения пневмокабелей находится в пределах от минус 50 до плюс 50°С.

Таблица 10.1. Характеристика пневматических кабелей.

Марка	Наименование	Число труб	Наружный диаметр x толщина стенки труб, мм	Область применения
ТПО	Кабель пневматический в оболочке из поливинилхлоридного пластика	7; 12	6 x 1; 8 x 1; 8 x 1,6	Для прокладки в условиях воздействия паров кислот, щелочей и сред с повышенной влажностью при отсутствии механических воздействий

Продолжение таблицы 10.1

ТПББГ	Кабель пневматический в обмотке из лент кабельной бумаги, с защитным покровом типа ББГ	7; 12	8 x 1,6	Для наружной и внутренней прокладок, за исключением взрыво- и пожароопасных помещений, в условиях механических воздействий при отсутствии в атмосфере веществ, разрушающих броню
ТПВБГ	Кабель пневматический в обмотке из лент поливинилхлоридного пластика, с защит-	7	8 x 1,6	Для наружной и внутренней прокладок во взрыво- и пожароопасных помещениях в условиях возможных механических воздейст-

	ным покровом типа ББГ			вий, при отсутствии в атмосфере веществ, раз- рушающих броню
--	--------------------------	--	--	--

10.7. ВЫБОР АРМАТУРЫ, СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

При проектировании трубных проводок должны быть так же решены вопросы, связанные с выбором типа арматуры и способа соединения отдельных труб. От правильного выбора арматуры и способа соединения трубных проводок в значительной степени зависит качество монтажа и наладки соединительных линий систем автоматизации, а также удобство их эксплуатации и ремонта.

Выбор арматуры и способа соединения трубных проводок необходимо производить с учетом следующих требований:

- материалы арматуры, соединительных и присоединительных устройств должны быть стойкими против агрессивных воздействий как протекающих по ним сред, так и окружающих;
- арматура, соединительные и присоединительные устройства должны обладать достаточной механической прочностью и плотностью соединений при воздействии на них протекающих по ним сред максимально возможных давлений и температур (в том числе при продувках и испытаниях);
- запорные органы арматуры должны обеспечивать надежное перекрытие проходов трубопроводов, а сальники - надежное уплотнение при воздействиях на них протекающих сред максимально возможных давлений и температур.

В трубных проводках, подверженных вибрациям, применение арматуры из чугуна не рекомендуется.

Запорная арматура, устанавливаемая на технологических трубопроводах с целью отключения для ревизии, ремонта или замены регулирующих клапанов, счетчиков расхода, ротаметров и других приборов и средств автоматизации без останова технологического оборудования, в проекты автоматизации, как правило, не входит.

Соединение трубных проводок при их монтаже на объекте может быть вы-

полнено двумя способами: неразъемным и разъемным,

Неразъемный способ соединения выполняется сваркой или пайкой. При выполнении неразъемного соединения труб должны быть обеспечены механическая прочность, плотность, чистота прохода труб.

Разъемный способ соединения труб осуществляется с помощью нормализованных соединителей. Этот способ соединения при меняют, как правило, при подключении труб к приборам и средствам автоматизации, при разветвлении труб, при входе в щиты и пульты, при переходе с пластмассовых труб на металлические и т. п.

Для выполнения разъемного соединения труб могут быть использованы нормализованные соединительные устройства следующих видов: с развальцовкой для медных труб, ниппельные с торцевым уплотнением, гайки, ниппельные с уплотнением “шар по конусу”, тройниковые универсальные, части и детали стальные, детали из ковкого чугуна, фланцевые соединители.

Фланцевые соединения стальных труб применяют только в тех случаях, когда присоединение труб рассчитано только на такое соединение, и если невозможно применить соединение с резьбой, например в трубных проводках высокого давления, проводках с агрессивными средами и т. п.

Соединение и присоединение пластмассовых труб и пневмокабелей выполняют, как правило, разъемным способом. При этом необходимо применять минимальное число соединений, максимально используя строительную длину труб и пневмокабелей.

Для соединения полиэтиленовых труб с наружными диаметрами 6 и 8 мм применяются металлические и пластмассовые соединения. Металлические соединения должны применяться для установки на заземленных стальных плитах и герметизированных проходах через стены и перекрытия и при переходах с пластмассовых труб на металлические. Во всех остальных случаях могут применяться пластмассовые соединители.

Соединение пневмокабелей выполняется с помощью соединительных коробок или шкафов переборочных соединителей.

11. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

11.1. СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ И ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВНЕШНИХ ПРОВОДОК

11.1.1. Общие положения

Схема соединений внешних проводок - это комбинированная схема, на которой показаны электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом оборудовании, вне щитов и на щитах, а также подключения проводок к приборам и щитам. Схеме присваивают наименование: "Схема соединения внешних проводок".

Схема подключения внешних проводок выполняется отдельным документом только при наличии единичных многосекционных или составных щитов, большого числа соединительных коробок, групповых стоек приборов, когда подключения к ним затрудняют чтение схемы соединений. Схему подключения допускается не выполнять, если все подключения могут быть показаны на схеме соединений внешних проводок. Схеме присваивают наименование: "Схема подключения внешних проводок".

При необходимости отдельного изображения электрических и трубных проводок цеха, участка, технологического агрегата и т. п. допускается выполнять схемы соединений и подключения отдельно, на разных листах: для электрических и отдельно трубных проводок.

Схемы соединений и подключения внешних проводок выполняют на основании следующих материалов:

- схем автоматизации технологических процессов;
- принципиальных, электрических, пневматических, гидравлических схем;
- эксплуатационной документации на приборы и средства автоматизации, примененные в проекте;
- таблиц соединений и подключения проводок щитов и пультов, выполняемых в соответствии с указаниями РМ4-107-77;
- чертежей расположения технологического, сантехнического, энергетического и тому подобного оборудования и трубопроводов с отборными и приемными устройствами, а также строительных чертежей со всеми необходимыми для прокладки внешних проводок закладными и приварными конструкциями, туннелями, каналами, проемами и т. д.

Обязательными предварительными этапами работы по выполнению схем соединений и подключения должны быть: проверка наличия на технологических чертежах всех закладных и отборных устройств, необходимых для установки первичных измерительных преобразователей на трубопроводах и оборудовании, размещение на чертежах (планах, разрезах) и согласование с Генпроектировщиком мест установки индивидуальных внешнетовых приборов и групповых стоек приборов, местных щитов и щитов, расположенных в щитовых помещениях.

Схемы соединений и подключения выполняют без соблюдения масштаба на одном или нескольких листах формата не более А1 (594x841) по ГОСТ 2.301-68.

Действительное пространственное расположение устройств и элементов схем либо не учитывается вообще, либо учитывается приближенно.

Технические средства, для которых на схемах приводят подключения электропроводок, изображают упрощенно внешними очертаниями или в виде прямоугольников, в которых:

- вводные элементы (например, гермовводы, сальники) - по контуру прямоугольника показывают условными графическими обозначениями по

ГОСТ 2.702;

- входные и выходные элементы показывают в виде кружков (для круглых штепсельных разъемов) или прямоугольников (например, для сборок и колодок зажимов и других элементов соответствующей формы).

Обозначения (внешних приборов), порядковый номер и тип (соединительных коробок) указывают над полкой линии выноски, под полкой - обозначение и/или номер листа установки (рис. 11.1).

Для остальных технических средств внутри прямоугольника указывают их наименования, а также:

- номер листа (обозначение документа) чертежа установки (для групповой установки);
- обозначение эскизного чертежа общего вида (для счетов и пультов).

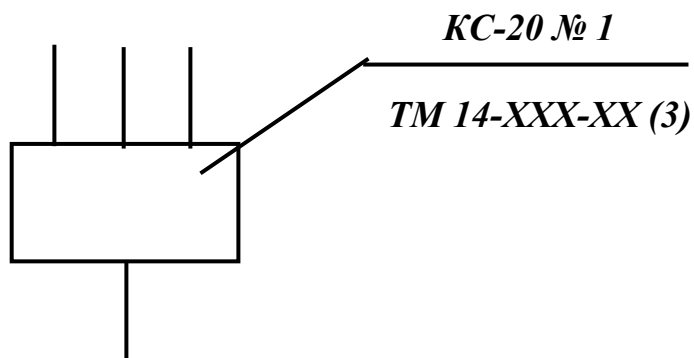


Рисунок 11.1 - Пример изображения внешних приборов

Толщина линий, изображающих устройства и элементы схем, в том числе кабели, провода, трубы, должна быть от 0,4 до 1 мм по ГОСТ 2.303-68.

На схемах должно быть наименьшее число изломов и пересечений проводок. Расстояние между соседними параллельными проводками, а также между соседними изображениями приборов и средств автоматизации должно быть не менее 3 мм.

Схемы соединений и подключений выполняют, как правило, отдельно для каждого автоматизируемого блока, монтаж которого осуществляют независимо от других. При этом, в наименовании схемы дополнительно указывают наименование блока. Например – Блок насосов. Схема соединений внешних проводок.

При наличии в проекте систем автоматизации нескольких аналогичных агрегатов (цехов и т. п.) с постоянными данными, общими для всех агрегатов,

схемы выполняют для одного агрегата (цеха и т. п.), а в технических требованиях (указаниях) дают пояснение.

Например: схема выполнена для агрегата 1 и применима для агрегатов 2 и 3 с изменением индекса в номерах труб и кабелей соответственно на 2 и 3. В этом случае перечень элементов составляют для одного агрегата.

При наличии агрегатов (цехов) с однотипными внешними проводками, отличающимися только длиной, схему соединений выполняют только для одного агрегата (цеха) с таблицей применимости для других агрегатов, о чем в технических требованиях (указаниях) дают пояснение. Например: схема выполнена для агрегата 1 и применима для агрегатов 2 и 3 с изменениями согласно таблице применимости. В этом случае перечень элементов составляют для одного агрегата.

Маркировку жил кабелей и проводов на схемах соединений и подключения рекомендуется проставлять в соответствии с принципиальными электрическими схемами и указаниями руководящего материала РМ4-10682 "Схемы электрические принципиальные систем автоматизации. Требования к выполнению":

- цепи управления: от 1 до 299 и от 1001 до 1299;
- цепи измерения: от 301 до 499 и от 1301 до 1499;
- цепи сигнализации и блокировки: от 501 до 799 и от 1501 до 1799;
- цепи питания: от 801 до 999 и от 1801 до 1999.

На схемах соединений следует указывать категории импульсных трубных проводок в соответствии с требованиями СНиП 3.05.07-85. Категорию одиночных трубных проводок допускается указывать над изображением трубы после обозначения ее характеристики.

11.1.2. Схемы соединений внешних проводок

Содержание схем. Схемы в общем случае должны содержать:

- первичные приборы и исполнительные механизмы, установленные непосредственно на технологическом оборудовании и коммуникациях;
- внешние приборы и групповые установки приборов;
- щиты, пульты, комплексы технических средств;
- внешние электрические и трубные проводки между всеми техническими средствами автоматизации;

- защитное зануление и заземление систем автоматизации;
- перечень элементов по ГОСТ 2.701.

В необходимых случаях схемы соединений могут содержать дополнительно таблицу нестандартизированных условных обозначений и таблицу применяемости.

Первичные приборы. На схемах соединений первичные приборы и исполнительные механизмы изображают в верхней части схемы под таблицей данных, выполненных по рисунок 11.2. Ниже располагают внешние приборы, щиты и другие технические средства.

При выполнении дипломных проектов в схемах соединений, как правило, используют таблицу с поясняющими надписями по примеру, изображенному на рисунке 11.3.

<i>Наименование параметра и место отбора импульса</i>	
<i>Категория трубной проводки</i>	
<i>Обозначение чертежа установки</i>	
<i>Поз. обозначение (по спецификации оборудования)</i>	

Рисунок 11.2 - Условные изображение таблицы данных

Размеры строк таблицы следует принимать, исходя из размещаемых в этих графах текстов надписей.

Разбивку строки таблицы "Наименование параметра и место отбора импульса" на заголовки и подзаголовки выполняют произвольно, группируя приборы либо по параметрам, либо по принадлежности к одному и тому же технологическому оборудованию.

В строку "Позиция" вносятся позиции приборов по схеме автоматизации и позиционные обозначения электроаппаратуры, присвоенные ей по принципиальным электрическим схемам. Для элементов систем автоматизации, не имеющих самостоятельной позиции (отборные устройства и т. п.), указывают позицию прибора; к которому они относятся, с предлогом "к", например: к Ia.

<i>Контролируемый или регулируемый параметр</i>	<i>Температура</i>		
	<i>Сырья</i>	<i>Продукта</i>	<i>Пара</i>

<i>Место установки</i>			
<i>Позиция</i>	<i>5a</i>	<i>16a</i>	<i>20a</i>

Рисунок 11.3 - Условное изображение таблицы поясняющих надписей

Для приборов, не имеющих номеров электрических внешних выводов (например, преобразователей термоэлектрических, термопреобразователей сопротивления), а также для пневматических исполнительных механизмов применяют графические условные обозначения, приняты е для этих приборов на схемах автоматизации, т. е. по ГОСТ 21.404-85.

Датчики, исполнительные механизмы и другие средства автоматизации с электрическими входами и выходами изображают монтажными символами по заводским инструкциям. При этом внутри символа указывают номера зажимов, и подключение к ним жил кабеля или проводов. Маркировку жил наносят вне монтажного символа.

Щиты, пульты, стивы. Щиты, пульты, стивы изображают в виде прямоугольников в средней части чертежа (при расположении таблицы с поясняющими надписями сверху и снизу поля чертежа) или в нижней части поля чертежа (при расположении таблицы только сверху). Внутри прямоугольника указывается наименование щита, пульта, стива, а под ним (в скобках) - обозначение таблицы подключения данного пульта, щита, стива (рис. 11.4), выполненной в соответствии с РМ 4-107-82 "Требования к проектной документации на щиты и пульты".

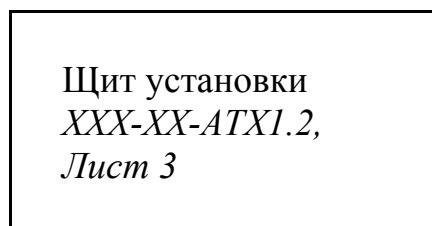


Рисунок 11.4 - Условное изображение единичных щитов и пультов

Для составных щитов, пультов, стивов, состоящих из нескольких единичных щитов, пультов, стивов, дополнительно для каждого из них указывают их номера и обозначения таблиц подключения (рис. 11.5).

Щит оператора XXX-XX-АТХ1.2, лист 3	Щит 1 XXX-XX-АТХ1.2, лист 3	
	Щит 1 XXX-XX-АТХ1.2, лист 3	
	Щит 1 XXX-XX-АТХ1.2, лист 3	

Рисунок 11.5 - Условное изображение составных щитов

Размеры прямоугольников, обозначающих щиты, пульта, стивы, следует принимать, исходя из размещаемой в них информации.

Для единичных односекционных щитов подключение внешних проводок на схеме соединений изображают следующим образом:

- в прямоугольнике щита показывают блоки зажимов, разъемы, соединители, а также подключение к ним труб, жил кабелей и проводов с соответствующей маркировкой (приложение L);
- на свободном поле прямоугольника, изображающего ЩИТ, наносят наименование щита и обозначение таблицы подключения щита;
- при наличии в данном щите сальников и вводов (в случаях подвода трассы к шкафным щитам сверху) их изображают по ГОСТ 2.702-75 в местах подвода соответствующих проводов к прямоугольнику щита.

На полках линий-выносок проставляют номера сальников, вводов, присвоенные им по чертежам общих видов щитов (выбор типов сальников, вводов и заказ их осуществляют в чертежах общих видов щитов).

При наличии на щитах, пультах приборов, проводки к которым не допускают разрыва на зажимах щита, пульта (например, термоэлектродных, коаксиальных и других специальных проводов и кабелей), в прямоугольниках, обозначающих щиты, пульта, показывают условно прибор, его позицию по схеме автоматизации и контакты прибора, к которым непосредственно подключают внешнюю проводку (см. приложение М).

При подводе внешних проводок к единичному односекционному щиту линии, изображающие внешние проводки, заканчиваются у контура прямоугольника, обозначающего щит. При подводе внешних проводок к многосекционному или составному щиту линии, изображающие внешние проводки, доводят до середины соответствующей секции или щита и заканчивают окружностью диаметром 2 мм.

Внештитовые приборы, групповые установки приборов. Внештитовые приборы (датчики, электроконтактные манометры и т. п.) и групповые установки приборов располагают на поле чертежа между таблицей с поясняющими надписями и прямоугольниками, изображающими щиты, пульты, стивы.

Для внештитовых приборов, не имеющих номеров электрических внешних выводов, а также для датчиков с пневматической дистанционной передачей применяют графические условные обозначения, приняты е для этих приборов на схемах автоматизации, т.е. по ОСТ 3627 -77.

Внештитовые приборы, имеющие номера электрических и пневматических входов и выходов, изображают символами по заводским инструкциям. Номера зажимов и соединителей, подключение к ним кабелей, проводов или труб и маркировку жил показывают в соответствии с приложением L.

Позиции всех внештитовых приборов указывают над полками линий-выносок, а под полками - обозначения чертежей их установки.

Размеры монтажных символов для приборов с электрическими и пневматическими входами и выходами, а также прямоугольники для графических обозначений групповых установок приборов следует принимать, исходя из размещаемой в них информации.

Внешние проводки. Первичные и внештитовые приборы, групповые установки приборов, щиты, пульты, стивы соединяют между собой электрическими и пневматическими кабелями, проводами и жгутами проводов, а также трубопроводами (импульсными, командными, питающими и др.), которые показывают на схемах отдельными сплошными линиями.

Выбор проводов и кабелей, а также выбор способа выполнения электропроводки производят в соответствии с указаниями руководящего материала РМ4-б-84 "Проектирование электрических и трубных проводок систем автоматизации. Часть 1. Электрические проводки".

Выбор труб (импульсных, командных, питающих и т. д.) производят в соответствии с указаниями руководящего материала РМ4-6-92 "Проектирование электрических и трубных проводок. Часть 2. Трубные проводки".

Для соединения и разветвления электрических кабелей и пневмокабелей на схемах соединений показывают соответственно электрические соединительные коробки, а при прокладке проводов в защитных трубках - протяжные коробки.

Протяжные коробки, необходимые только для протяжки проводов в магистральные защитные трубы, на схемах не показывают. Их выбирают монтажные организации при монтаже. Протяжные коробки изображают в виде прямо-

угольника, внутри которого пунктиром наносят разветвления жгутов провода.

Пневматические соединительные коробки изображают в виде прямоугольника. В местах ввода одиночных труб показывают переборочные соединители, а в месте ввода пневмокабеля - сальники. Типы соединителей и сальников указывают на полках линии-выноски.

Электрические соединительные коробки изображают в виде прямоугольника, внутри которого размещают сборки зажимов с необходимой нумерацией и показывают подключение к ним жил кабелей (проводов) с соответствующей маркировкой. В местах ввода в коробку кабелей наносят изображение сальников по ГОСТ 2.702-75. Типы сальников указывают на полках линии-выноски.

При применении в проекте автоматизации большого числа электрических соединительных коробок рекомендуют разрабатывать для них отдельным документом схему подключения внешних проволок. В этом случае соединительные коробки на схеме соединений показывают упрощенно в виде прямоугольника, без сборок зажимов и без сальников.

Около графических обозначений соединительных и протяжных коробок над полкой линии-выноски указывают их обозначения и порядковый номер, например: ПК 300x90 №1 (см. рис.11.6), КС -7 №1 (см. рис.11.7), КСК-32 №1 (см. рис.11.8). Под полкой линии-выноски соединительных коробок указывают обозначения чертежей их установки.

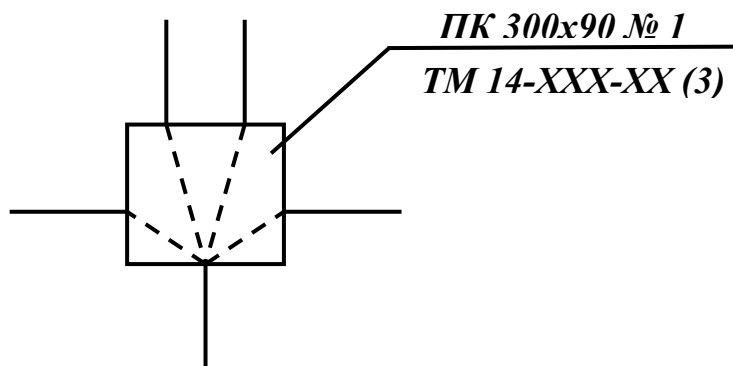


Рисунок 11.6 - Пример графического изображения протяжной коробки

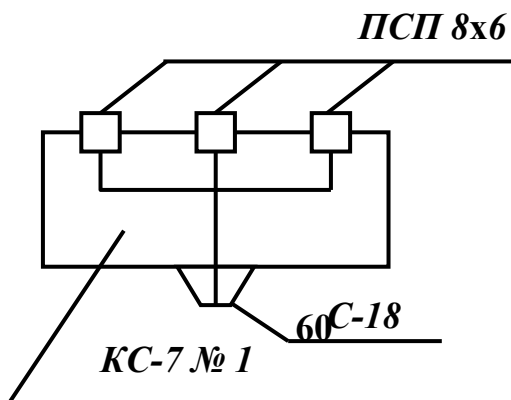


Рисунок 11.7 - Пример графического изображения пневматической соединительной коробки

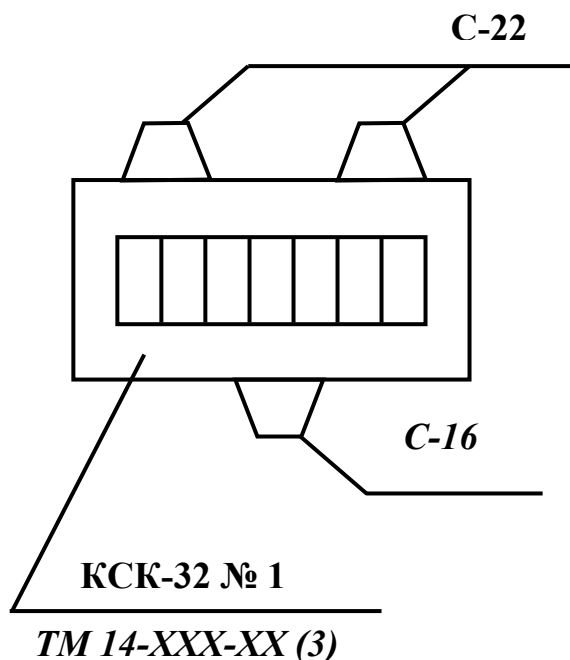


Рисунок 11.8 - Пример графического изображения электрической соединительной коробки

Допускаются обозначения чертежей установки соединительных коробок, если они идентичны, указывать в технических требованиях (указаниях).

Для каждой внешней электрической проводки приводят ее техническую характеристику:

- для проводов - марку, сечение и при необходимости расцветку, а также длину. Длину указывают один раз для линии проводки, отходящей непосредственно от первичного прибора, при этом указывают полную длину провода или жгута до места его подключения к зажимам щитов, коробок, приборов. Допускается длину указывать под линией проводки. Для электропроводок в защитных трубах под линией указывают характеристику и длину защитной трубы. При прокладке в одной защитной трубе нескольких проводок перед маркой проставляют их количество, например 4 ПКВ 2х2,5 м;
- для кабелей - марку, количество и сечение жил и при необходимости ко-

личество занятых жил, которые указывают в прямоугольнике, помещаемом справа от обозначения данных кабеля, а также длину кабелей;

- для металлорукава - тип и длину;
- для трубы - диаметр, толщину стенки и длину.

Для импульсных, командных, питающих, продувочных, дренажных и других труб приводят техническую характеристику, в которую входят: диаметр трубы, толщина стенки и длина, а также тип запорной арматуры.

Для пневмокабелей указывают марку, количество труб, их диаметр, толщину стенки и длину.

При наличии на схеме нескольких кабелей, труб одной марки, одного сортамента, а также запорной арматуры одного типа и если они расположены рядом, их марку и тип допускается указывать на общей выносной линии (см. приложение М).

Контрольным кабелям и защитным трубам, в которых проложены жгуты проводов, присваивают порядковые номера: 1, 2, 3.

Короба, применяемые для прокладки внешних проводок, изображают двумя параллельными тонкими сплошными линиями на расстоянии 3 - 4 мм друг от друга. Коробам, в которых проложены жгуты проводов, присваивают порядковые номера с добавлением индекса, например 1К.

Трубным проводкам (импульсным, командным, питающим, дренажным, вспомогательным и т.д., в том числе пневмокабелям) присваивают порядковые номера с добавлением перед ними индекса 0: 01, 02, 03 и т. д. Импульсные трубные проводки высокого давления (свыше 10 МПа) изображают на схемах соединений во фронтальной диметрической проекции с указаниями всех элементов проводок.

Номера кабелей, жгутов проводов, трубопроводов проставляют в окружностях, помещаемых в разрывах изображений проводок. Диаметры окружностей следует принимать из размеров записываемых в них номеров, но эти окружности на одном листе схемы должны быть одного диаметра.

При разработке схем соединений для крупных объектов допускается применять систему нумерации кабелей, жгутов проводов и труб, отображающую их принадлежность к конкретным цехам, участкам, агрегатам и т. п.

Для этого рекомендуется:

- дополнять номер кабеля, жгута проводов и трубы индексом; например для цеха № 1 ректификации кабели нумеруются: 1-1, 1-2, 1-3 и т.д. или Р1, Р2, Р3 и т.д.: для цеха № 2 упаковки: 2-1, 2-2, 2-3 и т.д. или У1, У2, У3

и т.д.;

- дополнять номер кабеля, жгута проводов, трубы индексом, присвоенным данному агрегату; например, для приточной системы № 1 кабели нумеруют: П1-1, П1-2, П1-3 и т. д.; для приточной системы № 2: П2-1, П2-2, П2-3 и т. д.

Если для нескольких одинаковых агрегатов проекты идентичны, то выполняется проект только для одного агрегата. На чертеже указывается, что по данному проекту также выполняются монтажные работы для агрегатов № 2, № 3 и т. д. С заменой номеров маркировки, например П1-1, П1-2 и т.д. на П2-1, П2-2 и т.д.

Если длины проводок для этих агрегатов разные, то в проекте приводится таблица длины проводок по агрегатам.

В месте разрыва этих связей или рядом с маркировкой их жил указывают номера линий связи, отходящих от первичных или внешитовых приборов или устройств. Номера жгутов проводов, пластмассовых труб, проставленные у мест их подключения к щитам, пультам, стативам или другим устройствам, проставляют в разрывах линий связи, отходящих от первичных или внешитовых приборов или устройств.

Порядковые номера проводкам присваивают на схеме соединений сверху вниз (при расположении щитов, пультов снизу поля чертежа), снизу вверх (при расположении щитов, пультов в средней части чертежа) и слева направо. Нумерация внешних проводок должна быть сквозной в пределах документа.

При выполнении схем на нескольких листах или отдельными документами кабели, провода, жгуты проводов, трубы, которые должны переходить с одного листа на другой, обрывают. В месте обрыва указывают обозначение, присвоенное этой проводке (номер кабеля, провода, трубы), и в скобках номер листа (при выполнении схемы на нескольких листах) или обозначение документа (при выполнении схем самостоятельными документами). На последующем листе или документе показывают продолжение проводки со ссылкой на предыдущий и (или) последующий листы или документ. Обрывы внешних проводок в пределах одного листа или документа (когда эти проводки не переходят на другие листы или документы) заканчивают стрелками.

Нестандартные условные обозначения на схеме соединений внешних проводок поясняются на поле чертежа.

Защитное зануление систем автоматизации выполняют в соответствии с требованиями гл. 1.7 ПУЭ-87.

Защитные проводники, а также узлы присоединения их к оборудованию, проходы через строительные элементы зданий и т. д. вносят в перечень элементов схем соединений. При этом следует руководствоваться соответствующими нормативно-техническими материалами.

Жилам кабелей и проводов, используемым в качестве нулевых проводников, присваивают цифровую маркировку с буквой N, например: "801N" (по принципиальной схеме питания).

Для выполнения защитного зануления систем автоматизации применяют приведенные на рисунок 11.9 условные графические обозначения.

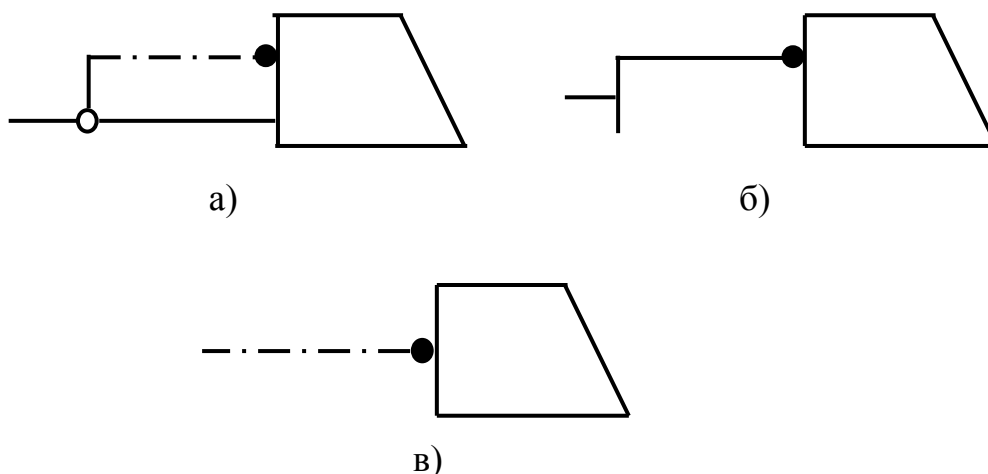


Рисунок 11.9 - Условные обозначения защитного зануления:

а - защитный проводник, присоединяемый к корпусу электрооборудования; б - жила кабеля или провода, используемая в качестве нулевого защитного проводника и присоединяемая к корпусу электрооборудования; в - защитный проводник электрооборудования, присоединяемый к броне, оболочке кабеля или защитной трубе

Диаметр окружности условных графических обозначений следует принимать равным 2 мм. Окружности, изображаемые у корпусов электрооборудования, должны быть затушеваны.

Технические требования (указания) в общем случае должны содержать:

- ссылки на схемы автоматизации, на основании которых указаны позиции приборов на схемах соединений;
- пояснения по нумерации кабелей, проводов, труб, коробов (при необходимости);
- указания по защитному занулению электроустановок.

Технические требования (указания) размещают на первом листе схемы в соответствии с указаниями РМ4-59-95.

Перечень элементов. На схеме соединений внешних проводок приводят перечень элементов, выполняемый по ГОСТ 2.701. В перечень включают:

- запорную арматуру;
- соединительные и протяжные коробки;
- кабели, провода, пневмокабели;
- трубопроводы, металлорукава;
- материалы зануления проводников, узлы присоединения их к оборудованию и т. п.

Короба в перечень элементов не включают, о чем в технических требованиях (указаниях) схемы должна быть выполнена соответствующая запись.

Для такой схемы выполняют таблицу соединений внешних проводок, в которой приводят все остальные сведения, необходимые для монтажа проводок.

Графу "Поз. Обозначение" таблицы перечня элементов не заполняют.

Форму перечня элементов, последовательность заполнения и порядок размещения выполняют в соответствии с указаниями РМ4-5995 (рисунок 11.10).

№ пп	Наименование	Марка, размер	Един. измерения	Количество	Примечание
<i>10</i>	<i>70</i>	<i>50</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>30</i>

Рисунок 11.10 - Спецификация монтажных материалов

Пример выполнения схемы соединения внешних проводок приведен в приложении L.

11.1.3. Схемы подключения внешних проводок

Содержание схем. Схемы подключения в общем случае должны содержать:

- электрические соединительные коробки;
- щиты, пульты и стивы;
- технические требования (указания).

Электрические соединительные коробки и подключения к ним показывают в соответствии с указаниями § 11.1.2.

В соответствии со схемой соединений показывают отрезки кабелей и труб

с присвоением им на схеме соединений номеров.

Противоположные подключения отрезков кабелей и труб заканчивают фигурной скобкой и дают ссылку на обозначение схемы соединений.

Щиты, пульты и стивы. Изображение единичных односекционных щитов и подключения к ним выполняют в соответствии с указаниями, приведенными в § 11.1.2.

Для многосекционных и составных щитов каждую секцию или щит показывают отдельным прямоугольником. При нанесении наименования щита добавляют номер секции или составного щита и обозначение таблицы подключения данной секции или данного щита.

Изображение блоков зажимов, разъемов, соединителей, подключения к ним, а также изображение приборов, подключения к которым не допускают разрыва внешних проводок на зажимах, выполняют в соответствии с приложениями L и M.

Изображение отрезков кабелей и труб, подводимых к каждой секции или щиту, выполняют в соответствии с указаниями, приведенными в § 11.1.2.

Технические требования (указания) размещают на первом листе схемы в соответствии с указаниями РМ 4-59-95.

Технические требования (указания) в общем случае должны содержать:

- ссылку на электрические (пневматические) принципиальные схемы, на основании которых выполнена схема;
- пояснения по применяемости схемы (при необходимости).

11.2. ТАБЛИЦЫ СОЕДИНЕНИЙ И ПОДКЛЮЧЕНИЯ ВНЕШНИХ ПРОВОДОК

Таблицы соединений и подключения выполняют на основании тех же документов что и при выполнении схем графическим методом, изложенным в 11.1.2

Заполнение форм таблиц предусматривается как ручным машинописным способами, так и с применением ЭВМ.

11.2.1. Таблицы соединений внешних проводок

Таблица соединений должна содержать технические требования и пере-

чень элементов.

На первом листе таблицы соединения располагают технические требования (указания) согласно правилам, изложенным в 11.1.3 их выполняют на листе форматом А4 с основной надписью по ГОСТ 21.103-78, форма 1 (рисунок 11.11). Если содержание технических требований (указаний) невозможно разместить на одном листе, то допускается располагать их на последующих листах с основной надписью по ГОСТ 21.103-78, форма 4

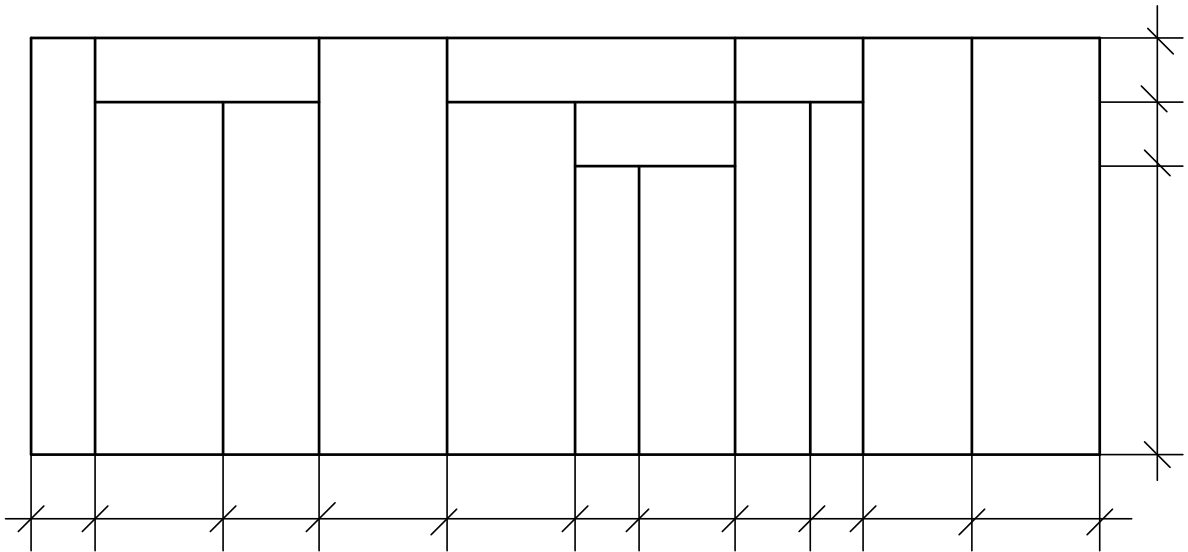


Рисунок 11.11 - Таблица соединений внешних проводов (форма 1)

Направление **Направ-** **Кое**
ление

За таблицей соединений располагаю перечень элементов согласно указаниям, изложенным в § 11.

При заполнении таблиц соединений внешних проводов необходимо соблюдать следующие правила.

В зависимости от вида внешних проводов таблицы соединений заполняют в последовательности:

- электропроводки кабелем;
- электропроводки проводом в защитных трубах, коробах, лотках;
- проводки металлическими трубами (импульсные командные) проводки пневмокабелем, пластмассовыми трубами (командные).

Соединения внешних проводов записывают по возрастанию номеров этих проводов.

Заполнение таблиц соединений для трубных проводов начинают с нового листа.

Допускается оставлять свободные строки в таблице соединения между записями разных видов проводов.

Кабель, жгут, труба

Откуда **Куда** **распо-** **ложе-** **ния**

Норм
числ
жил
сече
ния

25 45 45 60 50

В графах таблицы соединения указывают следующие данные:

- в графе "Кабель, жгут, труба" - номер кабеля, трубы, жгута проводов в защитной трубе с указанием в скобках номера жгутов, затягиваемых в данную защитную трубу;
- в графах "Откуда", "Куда" - устройства средств автоматизации от которых, и к которым направляются данная соединительная проводка.

Условно принято, что соединительная проводка имеет направление от первичных приборов, непосредственно расположенных на технологическом оборудовании и трубопроводах, к внешним приборам, групповым установкам приборов, соединительным и протяжным коробкам и, далее к конечному адресу, т.е. к щитам, пультам, статавам.

При необходимости указания защитного зануления электрооборудования его наносят графическим условным обозначением по ГОСТ2.721-74 в зависимости от принятого способа зануления: при использовании в качестве защитного зануления нулевого провода обозначение вносится в графы "Откуда" и "Куда", при использовании в качестве защитного зануления проводника из полосовой стали, присоединяемого к магистрали зануления объекта, обозначение вносится только в графу "Откуда".

Для электропроводок, выполняемых жгутами проводов в защитных трубах, в графе "Куда" дополнительно указывают в скобках обозначения протяжных коробок, через которые проходит жгут проводов:

- в графе "Направление по планам расположения" - адрес прокладки внешних проводок. Данная графа заполняется в случае выполнения чертежа расположения оборудования и проводок адресным методом;
- в графах "Марка, число жил, сечение" и "Длина" - марку, число жил, сечение кабелей и проводов и при необходимости расцветку провода. При этом не указывают фактическую длину;
- в графах для труб "Марка, диаметр" и "Длина" - марку, диаметр и толщину стенки труб, в том числе защитные, а также их длину;
- для пневмокабеля указывают его марку и количество труб;
- в графе "Чертеж установки" - обозначение чертежей установки приборов и средств автоматизации, указанных в графе "Откуда".

Для импульсных трубных проводок в графе для труб "Марка, диаметр" дополнительно приводят в скобках категорию труб в соответствии с требованиями СНиП 3.05.07.85. При этом подзаголовок графы дополняют словом "категи-

рия".

В приложение N дан пример выполнения таблиц соединений внешних проводок.

Вместо наименования "Таблица соединений внешних проводок" применять термин "Журнал кабелей, проводок и труб" недопустимо.

11.2.2. Таблицы подключения внешних проводок

Таблицы подключения должны содержать технические требования и таблицу.

Таблицы подключения выполняют на листах форматом А4 по форме 2, представленной на рисунок 11.12.

На первом листе таблицы подключения сверху приводят технические требования (указания), содержание которых указано в 11.1.3.

При заполнении таблиц подключения внешних проводок необходимо руководствоваться следующими рекомендациями.

Таблицы подключения, как правило, выполняют с разбивкой по устройствам, т.е. щитам, пультам, соединительным коробкам внешитовым и первичным приборам. Наименование устройства выносят в заголовок. Заголовок подчеркивают.

<i>Кабель, жгут</i>	<i>Проводник</i>	<i>Вывод</i>	<i>Проводник</i>	<i>Вывод</i>	<i>Адрес связи</i>
20	35	35	35	35	25

Рисунок 11.12 - Формы таблиц подключения внешних проводок

Устройства записывают в таблицы в последовательности:

- центральные щиты (щиты диспетчера, оператора);
- вспомогательные щиты и шкафы зажимов, расположенные в диспетчерских и операторных помещениях;
- местные щиты;
- соединительные коробки;
- стойки и стивы, групповые установки приборов, утепленные шкафы;
- внешитовые приборы;

- приборы, установленные на технологическом оборудовании и трубопроводах.

Таблицы по подключения внешних проводок групповых установок приборов и утепленных шкафов не выполняют, если для их выполнения разработаны самостоятельные документы.

В графах таблицы подключения сначала записываю электрические проводки, затем, начиная с нового листа, трубные.

Допускается оставлять свободные строки в таблице между записями разных устройств (единичный щит, секция щита, соединительная коробка и т.п.).

В графах таблицы подключения указывают следующие данные:

- в графе "Кабель, жгут" - номер кабеля, жгута проводов, провода, пневмокабеля, подключаемого к устройству, указанному в заголовке. При подключении внешних проводок к соединительным коробкам под номером кабеля (пневмокабеля) приводят в скобках тип сальника. При подключении проводок к шкафным щитам (подвод трассы сверху) под номером кабеля (пневмокабеля) приводят в скобках номер сальника в соответствии с чертежом общего вида щита;
- в графе "Проводник" - маркировку жил кабелей, проводов, труб. Если два проводника подключают к одному выводу (зажиму) рядом с обозначением проводника ставят двоеточие;
- в графе "Вывод" - обозначение блока зажимов и номер зажима (сборки переборочных соединителей и номер соединителя), т.е. место подключения жил кабеля (труб) в данном устройстве. При наличии на щитах приборов, подключения к которым не допускают разрыва внешних проводок на зажимах щита, указывают позицию прибора, обозначение и номер зажима этого прибора, например 5б-К2:1;
- в графе "Адрес связи" - наименование или обозначение устройства, к которому направляется кабель (пневмокабель), жгут проводов, провод (труба). Для перемычек, выполняемых на блоке зажимов, указывают сокращенное обозначение (П).

В целях более рационального размещения текста в графах таблицы подключения графы "Проводник" и "Вывод" повторяются дважды. Для электрических кабелей, жгутов проводов и пневмокабелей запись входящих в них жил и труб, идущих в одном направлении и имеющих одинаковый адрес связи, осуществляют последовательно в левых и правых графах.

В приложение Р дан пример заполнения таблиц подключения внешних проводок.

11.3. ЧЕРТЕЖИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОВОДОК

11.3.1. Общие положения

Чертежи расположения оборудования и проводок содержат планы и разрезы производственных помещений и наружных установок с размещением и координацией приборов и средств автоматизации, щитов, пультов, агрегатных комплексов и др., а также потоков электрических и трубных проводок.

Допускается чертеж расположения оборудования и проводок (далее чертеж расположения) выполнять в виде двух чертежей:

- расположения оборудования и электрических проводок;
- расположения оборудования и трубных проводок.

Чертеж расположения допускается при необходимости выполнять на двух листах. На первом листе показывают проводки от отборных устройств, первичных измерительных преобразователей, исполнительных механизмов и т. п., устанавливаемых непосредственно на технологическом, сантехническом оборудовании и трубопроводах до местных щитов, соединительных коробок и т. п.. На втором листе показывают магистральные проводки от указанных местных щитов, соединительных коробок и т. п. до центральных щитов, щитов операторов, диспетчерских и т. д.

Расположение технических средств автоматизации и внешних проводок в помещениях контроля и управления, а также в помещениях датчиков рекомендуется выполнять на отдельных листах.

Чертежи расположения выполняют на основании следующих материалов:

- архитектурно-строительных чертежей объекта, цеха, промышленной площадки;
- чертежей размещения технологического оборудования и основных технологических трубопроводов с отборными и приемными устройствами, закладными и приварными конструкциями и деталями, туннелями, каналами, проемами и подобными устройствами для монтажа оборудования и средств автоматизации;
- схем автоматизации;
- схем или таблиц соединений внешних проводок;

- чертежей общих видов пультов, щитов и т. п.

Чертежи расположения, как правило, выполняют в том же масштабе, что и чертежи размещения технологического оборудования и основных трубопроводов. Допускается увеличение или уменьшение масштаба отдельных сложных участков, узлов, разрезов в соответствии с ГОСТ 2.302-68.

Чертежи расположения выполняют на одном или нескольких листах формата не более А1 (594 x 841 мм) по ГОСТ 2.301-68. Расположение перечня составных частей, технических требований, таблицы условных графических обозначений, не предусмотренных стандартами, выполняют по указаниям руководящего материала РМ4-59-95.

На чертежах расположения могут не показываться:

- местные приборы (ртутные термометры, манометры и т. д.) расположенные на технологическом оборудовании и трубопроводах, к которым не подключаются линии связи;
- устройства защитного зануления систем автоматизации.

Количество планов и разрезов на чертежах должно быть минимальным, но достаточным для определения направления и координации потоков электрических и трубных проводов и размещаемого оборудования.

На чертежах расположения координируют (т.е. проставляют размеры, определяющие место расположения) те приборы и средства автоматизации, для монтажа которых не требуются закладные конструкции в стенах, полах и колоннах здания и которые крепят с помощью дюбелей (пристрелкой) или другими аналогичными способами.

На чертежах расположения следует дополнительно приводить:

- координационные оси здания (сооружения);
- отметки чистых полов этажей и площадок, на которых устанавливают технические средства автоматизации;
- классы взрыво- и пожароопасных зон, категорию и группу взрывоопасных смесей и границы взрывоопасных зон в помещениях и наружных установках в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ) - при наличии на объекте взрыво- и пожароопасных зон.

На чертежах расположения должны быть указаны методы крепления проводов к элементам конструкций зданий (стенам, колоннам, перекрытиям и т.п.) и способы прохода их через стены и перекрытия.

Конструкции для прокладки проводов (сечения коробов, ширину мостов,

лотков, кабельных полок) следует выбирать по указаниям РМ4-132-89.

При наличии в проекте систем автоматизации нескольких аналогичных агрегатов (цехов и т. п.) с постоянными данными, общими для всех агрегатов, чертеж расположения выполняют для одного агрегата (цеха и т. п.), а в технических требованиях дают пояснение.

Например: план расположения выполнен для агрегата 1 и применим для агрегатов 2 и 3 с изменением индекса в номерах труб и кабелей соответственно на 2 и 3. В этом случае перечень составных частей составляют для одного агрегата.

При наличии однотипных агрегатов, отличающихся только внешними проводками, прокладываемыми к щитам операторским, диспетчерским и т. п., чертеж расположения выполняют для одного агрегата. От остальных аналогичных агрегатов проводки выполняют только до центральных щитов, в технических требованиях есть пояснение.

Чертежи расположения должны быть согласованы с организациями (или их подразделениями), разрабатывающими строительную, технологическую, сантехническую и другие части проекта.

Согласующие подписи должностных лиц размещают в графах на поле для подшивки согласно указаниям ГОСТ 21.103-78

Содержание чертежей. Чертежи расположения в общем случае должны содержать:

- контуры зданий объекта с расположением технологического оборудования и коммуникаций;
- технические средства автоматизации;
- потоки проводок, одиночные электрические и трубные проводки, несущие и опорные конструкции для их прокладки;
- спецификацию к чертежам расположения по форме 7 ГОСТ 21.101-93.

Строительную часть объекта, цеха или промышленной площадки (стены здания с оконными и дверными проемами, колонны с обозначением осей и рядов, каналы, ниши и т.п.) технологическое сантехническое оборудование и основные трубопроводы на чертежах расположение показывают упрощенно сплошной тонкой линией. При необходимости указывают наименование помещений.

Наименование и обозначение технологического агрегата проставляют внутри контура, изображающего агрегат, либо на полке линии-выноске.

Технологическое, сантехническое и другое оборудование и трубопроводы

обязательно должны быть показаны в следующих случаях:

- при размещении на них приборов и средств автоматизации;
- при расположении возле агрегатов постов (щитов, пультов) операторного управления;
- когда вблизи оборудования и трубопроводов размещают любые приборы, средства автоматизации и потоки внешних проводок с целью их оптимального размещения. При этом приборы средств автоматизации должны располагаться в местах, удобных для обслуживания. Не допустимы их установка в непосредственной близости от перемещающегося оборудования, люков загрузки и выгрузки, предохранительных и дыхательных клапанов и т.п. Потоки внешних проводок должны прокладываться в местах, не занятых технологическими, сантехническими и другими трубопроводами, электротехническими и тому подобными сетями, где отсутствует возможность их механического повреждения.

На вводах основных технологических трубопроводов рекомендуется указывать наименование и адрес транспортируемого газа, жидкости и т.п.

Над изображением планов и разрезов зданий и сооружений наносят надписи с указанием их местонахождения и масштаба.

11.3.2. Обозначения на чертежах приборов, щитов и пультов

Условное графическое изображение отборных устройств, первичных измерительных преобразователей (датчиков), встраиваемых в технологическое оборудование и трубопроводы, представляет собой окружность диаметром 2 мм. Окружность должна быть затушевана (рисунок 11.13 а).

Внештитовые приборы, исполнительные механизмы, электроаппаратура и другое оборудование, устанавливаемое вне щитов, изображают в виде прямоугольника. Размеры обозначения приведены на рисунке 11.13 б.

На чертежах около условных графических обозначений приборов и средств автоматизации указывают их позиционные обозначения, принятые по спецификации оборудования (рисунок 11.13 в)

У элементов систем автоматизации, не имеющих самостоятельного позиционного обозначения (отборные устройства, термобаллоны манометрических термометров и т.п.), указывают позиционные обозначения прибора, к которому они относятся (рисунок 11.13 г).

Щиты, пульты, групповые и одиночные установки приборов изображают

на чертежах расположение условными графическими обозначениями в виде прямоугольника (рисунок 11.13 д), при этом фасадную сторону обслуживания показывают утолщенной линией.

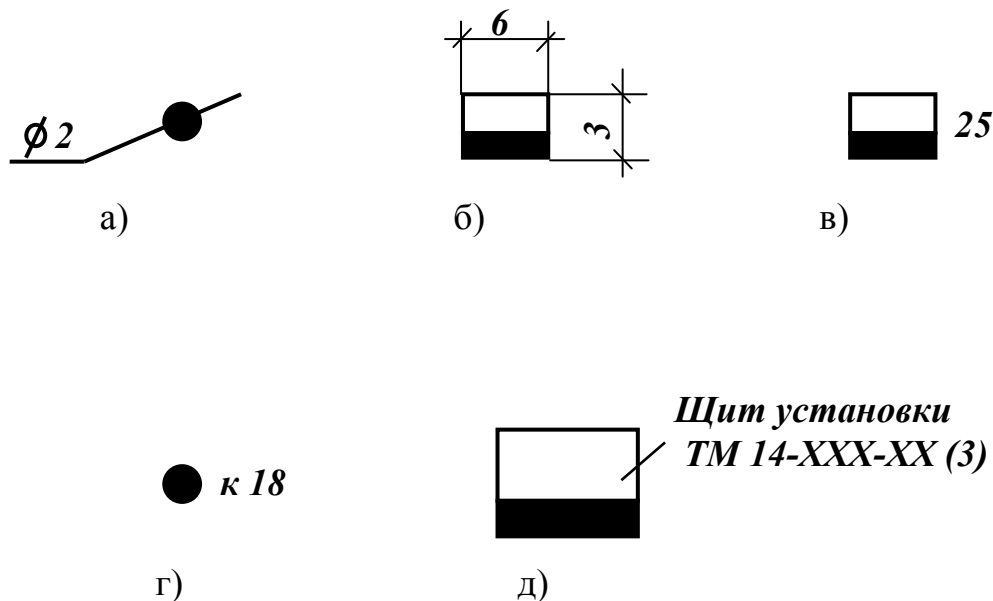


Рисунок 11.13 - Условные графические изображения приборов, щитов и пультов:

а - отборное устройство; б - внешитовые приборы, исполнительные механизмы, электроаппаратура, устанавливаемая вне щитов, и т.п.; в - пример условного обозначения внешитового прибора с позицией 25; г - пример обозначения отборного устройства, относящегося к прибору с позицией 18; д - условное обозначение щита, пульты или стativa;

Размеры прямоугольников, изображающих щиты, пульты, групповые и индивидуальные установки приборов, выполняют с учетом масштаба разрабатываемого чертежа расположения, по ГОСТ 21.614-88. Около условных графических обозначений щитов, пультов, стативов над полкой линии-выноски указывают их наименование для обозначение в соответствии со схемой или таблицей соединений внешних проводок и под полкой - обозначение установочного чертежа (рисунок 11.13 д).

Приборы, щиты, пульты, групповые установки приборов на чертежах расположения должны быть закоординированы.

Координация оборудования средств автоматизации должна осуществляться к разбивочным осям или конструкциям зданий и сооружений. Одиночные приборы допускается не привязывать. Указания по координации устанавливаемого оборудования по высоте необходимо приводить на размерах и сечениях,

которые выполняют в дополнении к планам. Допускается при одинаковой высоте установки оборудование указывать ее в технических требованиях.

11.3.3. Внешние электрические и трубные проводки

Внешние проводки, соединительные и протяжные коробки изображают на чертежах расположения условными графическими обозначениями. Для изображения потоков проводок (коробок, лотков, мостов, трубных блоков и т.п.) применяют графические обозначения, строящиеся на основе стандартизированных (таблица 11.1).

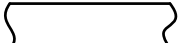
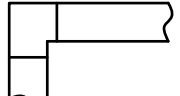
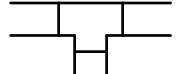

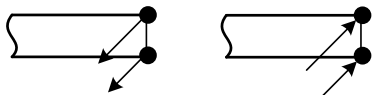
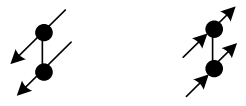
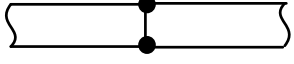
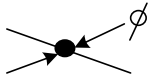
Размеры условных графических обозначений следует выполнять в масштабе разрабатываемого чертежа расположения (допускают отклонения до 3 мм масштаба в сторону увеличения).

Потоки электрических и трубных проводок, выполнены условными обозначениями, должны быть затушеваны.

Около графических обозначений соединительных и протяжных коробках над полкой линии-выноски указывают их обозначения и номера по схеме или таблице соединений, а под полкой линии-выноски обозначение чертежа их установки. Допускается порядковый номер указывать под полкой линии-выноски, а обозначение чертежа установки выносить в технические требования.

На чертеже расположения оборудования и проводок электрические и трубные связи должны иметь номера, которые проставляют в соответствии со схемой или таблицей внешних проводок.

Таблица 11.1. Условные графические обозначения потоков проводок

Наименование	Условное обозначение
Поток на прямолинейных участках	
Поток на поворотах	
Поток при разветвлении	
Проводки (поток) уходят на более высокую отметку или приходят с более высокой отметки	
Проводки (поток) уходят на более низкую отметку или приходят с более низкой отметки	
Проводки (поток) пересекают отметку, изображенную на плане, сверху вниз или снизу вверх и не имеют горизонтальных участков в пределах данного плана	
Проводки (поток) уходят на более высокую или более низкую отметку, охватываемую данным планом	
Одиночная проводка, уходящая на более высокую или низкую отметку, охватываемую данным планом проводов	

Конструкциям узлов крепления проводов, а также несущим конструкциям для прокладки внешних проводов присваивают позиции по спецификации к чертежу расположения и указывают их на полках линий-выносок. Номера кабелей, проводов и труб проставляют в прямоугольниках (рисунок 11.14), которые располагают под полкой в линии выноски, предназначенной для записи позиций на монтажные материалы и изделия по перечню составных частей. Номера записывают шрифтом размером 2,5 мм.

Прямоугольник для записи одного номера кабеля, провода, трубы рекомендуется принимать размером 5 x 10 мм. Ширину прямоугольника допускается увеличивать, исходя из размера, вносимого в этот прямоугольник номера.

Допускается (при большой насыщенности чертежа) перечень номеров кабелей и труб выносить на свободное поле чертежа согласно рисунку 11.14 г.

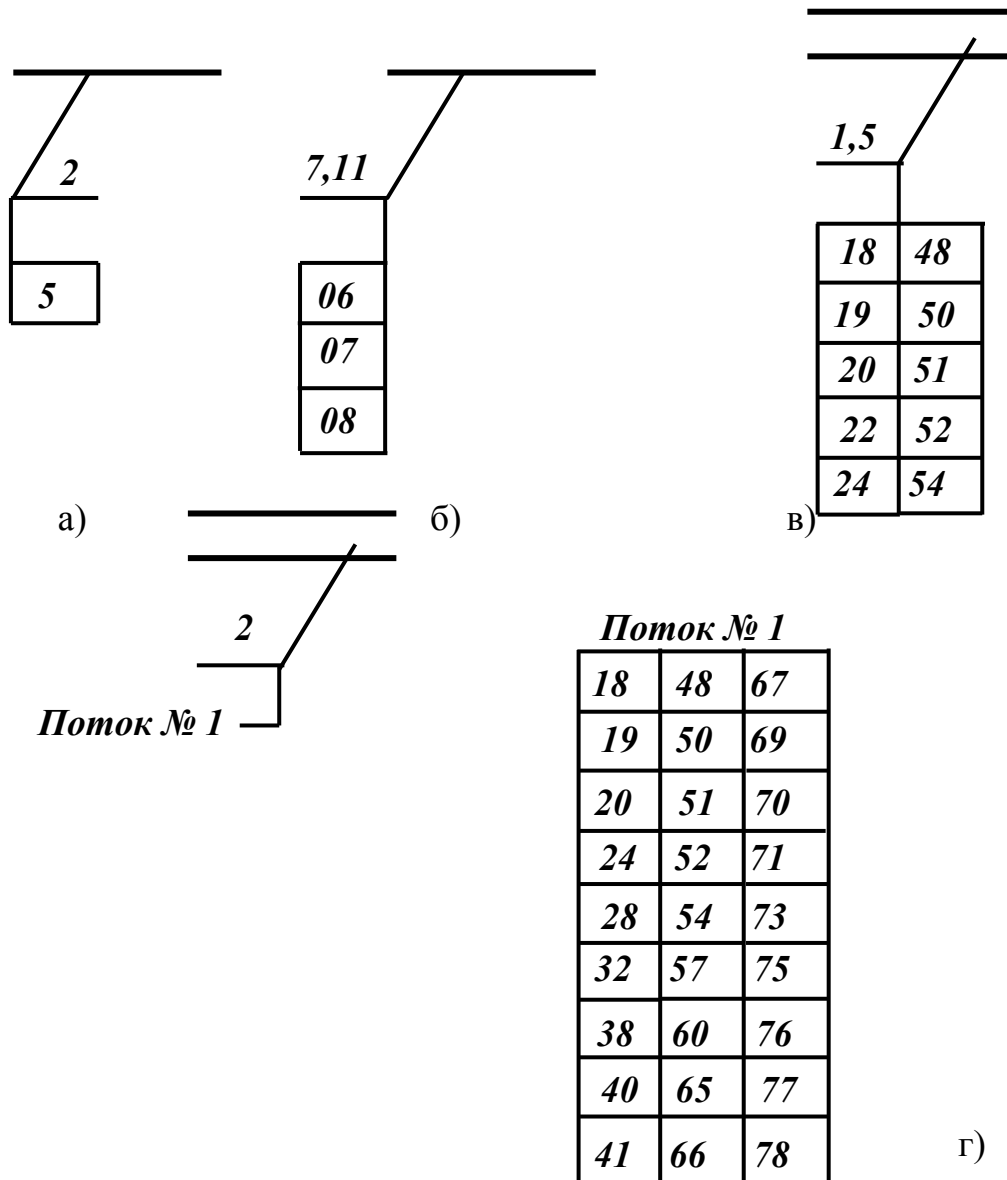


Рисунок 11.14 - Примеры нумерации электрических и трубных проводок:
 а - электрического кабеля; б - потока труб; в - потока кабелей; г - потока кабелей с расшифровкой номеров кабелей на свободном поле чертежа. Позиции 1, 2, 4, 7, 11 на полках-выносках соответствуют позициям по перечню на монтажные материалы; 06 - 08 – номера труб; 5, 18 -78 в прямоугольниках - номера жил кабелей

Допускается перечень номеров и кабелей труб выполнять на последующих листах чертежа расположения.

Нумерацию электрических и трубных проводок указывают в следующих

местах потока и случаях:

- в начальной и конечной точке - у средств автоматизации, щитов и пультов, соединительных и протяжных коробок и т.д.;
- у ответвления проводки от потока;
- в месте изменения числа кабелей проводов и труб в потоке;
- в месте перехода смежного помещения или на другой этаж;
- в месте обрыва потока;
- в середине потока (при большой протяженности потока проводки).

Потоки электрических и трубных проводок на чертежах должны быть за-координированы. Одиночные проводки допускается не координировать.

Координация проводок должна осуществляться к разбивочным осям или конструкциям зданий или сооружений. Указания по координации проводок по высоте допускается оговаривать в технических требованиях или приводить на разрезах, сечениях, которые выполняют в дополнение к планам. Допускается координацию потоков электрических и трубных проводок по высоте указывать на планах отметками уровня (низа) прокладки этих проводок, помещаемых на полках линий-выносок согласно ГОСТ 21.105-79 (таблица 11.2).

Применяемым для монтажа проводок узлам крепления, а также изделиям для прокладки этих проводок и материалам присваивают условно номера позиций. Последние наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений потоков электрических и трубных проводок.

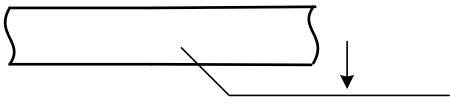
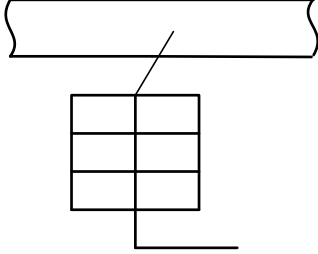
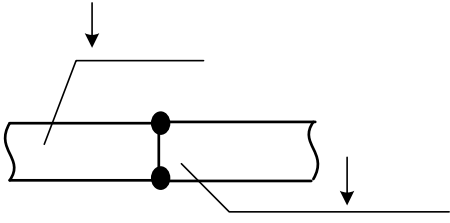
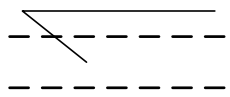
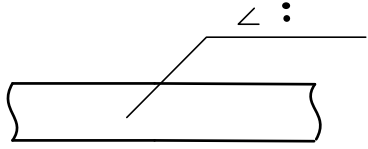
Полки линий-выносок с номерами позиций располагают горизонтально относительно контура потоков электрических и трубных проводок и элементов средств автоматизации (см. рисунок 11.14).

Надпись номеров позиций выполняют размером шрифта следующим большим, чем приняты для размерных чисел на том же чертеже. Номера позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

При проходе проводок через стены и перекрытия должно быть указаны способы выполнения этих проходов.

Для протяжных коробок, показанных на схеме соединений, выполняют схемы расположения отверстий для присоединения защитных труб.

Таблица 11.2. Координация потоков проводки

Наименование	Условное обозначение
Координация по высоте прокладки	
Переход потока с одного листа чертежа на другой	
Изменение уровня прокладки в пределах данного плана	
Прокладка в полу	
Прокладка с уклоном	

Технические требования в общем случае должны содержать:

- ссылки на строительные и технологические чертежи, в которых реализованы задания на размещения элементов автоматизации, закладные конструкции, туннели, каналы, проемы и т.п., с указанием обозначений этих чертежей и предприятия разработчика;
- указания о совместной прокладке электрических проводов;
- ссылки на схемы соединений внешних проводов, на основании которых необходимо вести монтаж приборов средств автоматизации и т.п.;
- ссылки на строительные нормы и правила, на основании которых необходимо вести монтаж приборов средств автоматизации и т.п.;
- методы уплотнения проходов (при необходимости).

Технические требования размещают на первом листе чертежа расположения в соответствии с указанием РМ4-59-95.

Перечень составных частей. На чертеже расположения приводят перечень составных частей, в который включают:

- мосты, короба, лотки;
- кабельные конструкции;
- трубные блоки;
- проходы проводок через стены и перекрытия зданий;
- чертежи установки и крепления конструкций для прокладки проводок;
- монтажные изделия, материалы и т.п.

Форму перечня составных частей, последовательность ее заполнения и размещение его на чертеже выполняют в соответствии с указаниями РМ4-59-95.

Спецификация к чертежу расположения содержит:

- несущие и опорные конструкции;
- трубные блоки;
- конструкции проходов проводок через стены и перекрытия в зданиях и сооружениях;
- конструкции узлов установки и крепление для прокладки проводок;
- монтажные изделия и материалы.

Графу спецификации "Масса" не заполняют.

Примеры выполнения чертежей расположения оборудования и проводок приведены в приложении Q.

11.3.4. Выполнение чертежей расположения оборудования и проводок адресным методом

Чертежи расположения оборудования и проводок адресным методом выполняют на основании тех же документов, что и при выполнении их обычным методом.

Чертежи расположения оборудования и проводок адресным методом выполняют при условии выполнения таблиц соединения внешних проводок.

При выполнении чертежей расположения оборудования и проводок адресным методом разрабатывать чертеж расположения без нумерации кабелей, проводов и труб, проложенных в коробах, лотках, мостах, кабельных конструкциях и т. п.

Все конструкции (короба, лотки, мосты, кабельные конструкции и т. п.) разбивают на участки, которые обозначают порядковыми номерами.

Номера участков проставляют в кружках, помещаемых на линии-выноске, и указывают их при изменении числа кабелей, проводов и труб, проложенных на конструкциях в соответствии с рисунком 11.15.

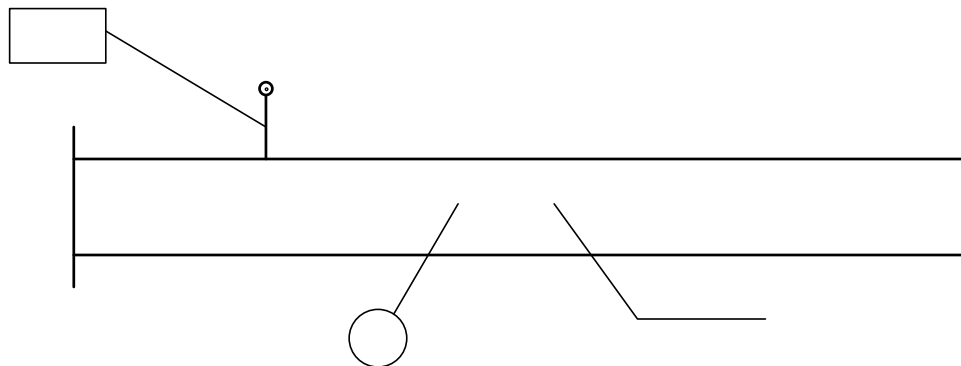


Рисунок 11.15 - Фрагмент чертежа расположения оборудования

Номера участков указывают также в таблице соединений внешних проводов в графе "Направление по чертежам расположения" в зависимости от прокладки кабелей, проводов и труб по тем или иным участкам (см. рисунок 11.11).

11.3.5. Чертежи установок средств автоматизации

При отсутствии типовых чертежей в составе основного комплекта выполняют чертежи установок приборов, щитов, пультов, крепления электрических и трубных проводок, как при их отдельном монтаже, так и при их сборке в блоке систем автоматизации по ГОСТ21.408-93.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ВО ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОНАХ

12.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

12.1.1. Классификация взрыво- и пожароопасных зон

Помещения и наружные установки, в которых по условиям технологического процесса могут образовываться взрывоопасные смеси, относятся к взрывоопасным.

Взрывоопасная зона – это помещение или ограниченное пространство в помещении и наружная установка, в которых имеются или могут образовываться взрывоопасные смеси.

Внесённое изменение имеет существенное значение для правильного и экономного выбора взрывозащищённой электрической аппаратуры и приборов, так как понятие “зона” более точно определяет границы, в пределах которых его надо устанавливать.

Взрывоопасные зоны подразделяются на классы, при определении которых исходят из следующих основных положений:

- взрывоопасная зона в помещении занимает весь объем помещения, если объем взрывоопасной смеси превышает 5% свободного объема помещения;
- взрывоопасная зона в помещении считается в пределах 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из которого возможно выделение горючих газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), если объем взрывоопасной смеси равен или меньше 5% свободного объема помещения. За пределами взрывоопасной зоны помещение следует считать не взрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нём взрывоопасность;
- взрывоопасная зона в наружных установках ограничена определёнными размерами пространства, которые приведены ниже.

Правила устанавливают следующие классы взрывоопасных зон.

Зона класса В-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и обладающие такими

свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранение или переливание ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. д.

Зона класса В-Ia – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Зоны класса В-Iб – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей. К зонам класса **В-Iб**, например, относятся:

- зоны, в которых имеются горючие газы, обладающие высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях по ГОСТ 12.1.005 – 76 (например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок);
- помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и имеется взрывоопасная зона только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона в данном случае условно принимается от отметки 0,75 общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше подкранового пути, если он имеется (например, помещения электролиза воды, зарядные станции); указанное не распространяется на электромашинные помещения турбогенераторов с водородным охлаждением, если эти помещения оборудованы вытяжной вентиляцией с естественным побуждением;
- лабораторные и другие помещения, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в зоне в небольших количествах, недостаточных для создания в зоне взрывоопасной смеси, превышающей 5% свободного объема помещения, и работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени; эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа в них производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

Зона класса В-Iг – пространства у наружных технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных

компрессорных установок); у наземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры); у эстакад для слива и налива ЛВЖ; у открытых нефтеловушек, прудов–отстойников с плавающей нефтяной плёнкой и т.д.; у проёмов за наружными ограждающими конструкциями помещений с взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia , В-II (исключение – проёмы окон, заполненные стеклоблоками); у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха систем вытяжной вентиляции из помещения с взрывоопасными зонами всех классов или если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны; у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

Взрывоопасная зона в наружных установках устанавливается в пределах:

- до 0,5 м по горизонтали и вертикали от проёмов за наружными ограждающими конструкциями помещений с взрывоопасными зонами классов В-I, В-Ia , В-II;
- до 3 м по горизонтали и вертикали от закрытого технологического аппарата, содержащего горючие газы или ЛВЖ; от вытяжного вентилятора, установленного снаружи (на улице) и обслуживающего помещения с взрывоопасными зонами любого класса;
- до 5 м по горизонтали и вертикали от устройств для выброса из предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов горючих газов или ЛВЖ; от расположенных на ограждающих конструкциях зданий устройств для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений с взрывоопасными зонами любого класса;
- до 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдерами); при наличии обвалования – в пределах всей площади внутри обвалования;
- до 20 м по горизонтали и вертикали от места открытого слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом ЛВЖ; эстакады с закрытыми сливно-наливными устройствами, эстакады и опоры под трубопроводы для горючих газов и ЛВЖ не относятся к взрывоопасным, за исключением зон до 3 м по горизонтали и вертикали от запорной арматуры и фланцевых соединений трубопроводов, в пределах которых электрооборудование должно быть взрывозащищённым для соответствующей категории и группы взрывоопасной смеси (зоны).

Зоны класса В-II – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в та-

ком количестве и обладающие такими свойствами, что они способны образовать взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

Зоны класса В-IIa – зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные для зон класса **В-II**, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

К невзрывоопасным зонам (в части выбора электрооборудования) относятся:

- зоны в помещениях или наружных установках, находящиеся на расстоянии до 5 м по горизонтали и вертикали от аппарата, в котором имеются или могут возникнуть взрывоопасные смеси, но технологический процесс в котором идет с применением открытого огня, либо в аппарате имеются раскаленные части или поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пылей или волокон. За пределами 5-метровой зоны классификация зон помещений или наружных установок устанавливается в зависимости от характера технологического процесса;
- зоны в помещениях или наружных установках, в которых твердые, жидкие и газообразные вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания. Однако в помещениях котельных, встроенных в здание и работающих на газообразном или жидком топливе с температурой вспышки 61°C и ниже, электродвигатели вентиляторов, включаемые перед началом работы котельной установки, их пускатели, выключатели и другая аппаратура и приборы, установленные внутри помещения, должны быть взрывозащищенными, соответствующими категории и группе взрывоопасной смеси.

Электрическая проводка к вентиляционному электрооборудованию, приборам и аппаратам должна также соответствовать классу взрывоопасной зоны.

При проектировании и монтаже систем автоматизации окрасочных линий, а также установок вытяжной и приточной вентиляции, обслуживающих взрывоопасные зоны любых классов, необходимо руководствоваться рядом специальных требований к этим установкам, содержащихся в ПУЭ.

Производственные помещения, граничащие с помещениями, в которых имеются взрывоопасные зоны, классифицируются в отдельных случаях как взрывоопасные. Класс взрывоопасной зоны в таких помещениях, отделённых стенами (с проёмами и без проёмов) от смежных помещений с взрывоопасными

зонами, может быть определён по таблице 12.1. Граница взрывоопасной зоны в этих помещениях установлена на расстоянии до 5 м по горизонтали и вертикали от проёма двери до взрывоопасной зоны.

Таблица 12.1. Класс зон помещений, смежных с помещениями со взрывоопасными зонами.

Класс взрывоопасной зоны.	Класс зоны помещения, смежного с взрывоопасной зоной другого помещения и отдельного от него.	
	Стеной (перегородкой) с дверью.	Стеной (перегородкой) без проёмов или с проёмами, оборудованными тамбур-шлюзами.
В-I	В-Ia	Невзрыво- и не пожароопасная.
В-Ia	В-Iб	То же.
В-Iб	Невзрыво- и не пожароопасная	” ”
В-II	В-IIa	” ”
В-IIa	Невзрыво- и не пожароопасная	” ”

Требования, приведённые в таблице 12.1, не распространяются на операторские, диспетчерские помещения систем автоматизации, смежные с помещениями с взрывоопасными зонами. Требования к расположению и выполнению указанных помещений во взрывоопасных технологических установках рассматриваются ниже.

Для пожароопасных установок (в помещениях и наружных) ПУЭ введено понятие “пожароопасная зона”.

Пожароопасная зона – это пространство внутри и вне помещения, в пределах которого постоянно или периодически обращаются горючие (сгораемые) вещества и в котором они могут находиться в условиях нормального технологического процесса или при его нарушениях.

Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы.

Зоны класса II-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°С.

Зоны класса П-II – зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м^3 к объёму воздуха.

Зоны класса П-IIa – зона, расположенные в помещениях, в которых обращаются твёрдые или волокнистые горючие вещества.

Зоны класса П-III – зоны, расположенные вне помещений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C или твёрдые горючие вещества.

К непожароопасным зонам относятся:

- зоны в помещениях и наружных установках, расположенных на расстоянии до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, в котором постоянно или периодически обращаются горючие вещества, но технологический процесс, в котором идёт с применением открытого огня, либо в аппарате имеются раскалённые части или поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих паров, пылей или волокон. За пределами 5-метровой зоны классификация зон помещений или наружных установок устанавливается в зависимости от характера технологического процесса;
- зоны в помещениях или наружных установках, в которых твёрдые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путём сжигания.

При проектировании и монтаже систем автоматизации установок вытяжной и приточной вентиляции, вентиляторов местных отсосов, вентиляторов, установленных за наружными ограждающими конструкциями, которые обслуживают пожароопасные установки различных классов, необходимо руководствоваться рядом специальных требований к этим установкам, содержащимся в ПУЭ.

При размещении в помещениях или наружных установках единичного пожароопасного оборудования и отсутствие при этом специально предусмотренных мер против распространения пожара зона до 3 м по горизонтали и вертикали от этого оборудования является пожароопасной.

Вопросу правильной классификации взрывоопасных и пожароопасных зон должно уделяться исключительное внимание.

Согласно ПУЭ определение границ и классов взрыво- и пожароопасных зон производят технологи совместно с электриками проектирующей или эксплуатирующей организации. Принятая для данного производства классификация взры-

воопасных или пожароопасных зон указывается в задании на разработку систем автоматизации.

От правильной классификации взрыво- и пожароопасных зон зависит, с одной стороны, безаварийная работа установки (технологического процесса), а с другой – капитальные затраты на её сооружение. Последнее особенно сказывается во взрывоопасных установках.

Наиболее опасными с точки зрения возможности возникновения взрыва являются взрывоопасные зоны классов В-I и В-II; зоны классов В-Iа, В-IIа, В-Iб и В-Iг являются сравнительно менее опасными.

В целях снижения стоимости электроустановок ПУЭ предусматривают мероприятия по снижению класса взрывоопасной зоны.

Так, класс взрывоопасности зон, содержащих лёгкие несжиженные горючие газы или ЛВЖ, при наличии признаков класса В-I, допускается снизить до класса В-Iа, предусмотрев следующие мероприятия:

- устройство системы вентиляции с несколькими вентиляционными агрегатами. При аварийной остановке одного агрегатов агрегаты, оставшиеся в работе, должны полностью обеспечить требуемую производительность системы вентиляции, а также достаточную равномерность действия по всему объёму помещения, включая подвалы, каналы и места их поворотов;
- устройство автоматической сигнализации, действующей при возникновении в любом месте помещения концентрации горючих газов или паров ЛВЖ, не превышающей 20% нижнего концентрационного предела воспламенения, а для вредных взрывоопасных газов – также при приближении их концентрации к предельной допустимой по ГОСТ 12.1.005 – 76. Число сигнальных приборов, их расположение, резервирование должны обеспечить безотказное действие сигнализации.

Приведённая выше классификация взрыво- и пожароопасных зон различных производств предусмотрена ПУЭ для выбора электрического оборудования, приборов, аппаратов, способов выполнения электропроводок, устанавливаемых и прокладываемых в пределах этих зон.

Помимо этой классификации Строительные нормы и правила, в частности СНиП II-90 – 81 “Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования”, подразделяют производства, где обращаются вещества и материалы, при переработке, применении, производстве, обработке, хранении которых возможны выделения взрыво- и пожароопасных газов, паров и пылей,

на взрывоопасные, взрыво- и пожароопасные и пожароопасные шести категорий: А, Б, В, Г, Д, Е.

Взрыво- и пожароопасные производства категории А - производства, в которых обращаются: горючие газы, нижний предел взрываемости которых 10% и менее к объёму воздуха; жидкости с температурой вспышки паров до 20°C включительно при условии, что указанные газы и жидкости могут образовать взрывоопасные смеси в объёме, превышающем 5% объёма помещения; вещества, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом.

Взрыво- и пожароопасные производства категории Б – производства, в которых обращаются: горючие газы, нижний предел взрываемости которых более 10% к объёму воздуха; жидкости с температурой вспышки паров выше 20 и до 61°C включительно; жидкости, нагретые в условиях производства до температуры вспышки и выше; горючие пыли или волокна, нижний предел взрываемости которых 65г/м³ и менее к объёму воздуха, при условии, что указанные газы, жидкости и пыли могут образовать взрывоопасные смеси в объёме, превышающем 5% объёма помещения.

Взрыво- и пожароопасные производства категории В – производства, в которых обращаются: жидкости с температурой вспышки паров выше 61°C; горючие пыли или волокна, нижний предел взрываемости которых более 65г/м³ к объёму воздуха; вещества, способные только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом; твёрдые сгораемые вещества и материалы.

Взрыво- и пожароопасные производства категории Г – производства, в которых обращаются: не сгораемые вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; твёрдые, жидкие и газообразные вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Взрыво- и пожароопасные производства категории Д – производства, в которых обращаются несгораемые вещества и материалы в холодном состоянии.

Взрыво- и пожароопасные производства категории Е – производства, в которых обращаются газы без жидкой фазы и взрывоопасной пыли в таком количестве, что они могут образовывать взрывоопасные смеси в объёме, превышающем 5% объёма помещения, и в которых по условиям технологического процесса возможен только взрыв (без последующего горения); вещества, спо-

собные взрываться (без последующего горения) при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом.

Руководствуясь предусмотренным СНИП разделением взрыво- и пожароопасных производств, следует иметь также в виду, что склады и наружные установки в зависимости от обращающихся в них веществ и материалов подразделяются на соответствующие категории производств по приведённым выше признакам; к категориям А, Б и В не относятся производства, в которых твёрдые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива, утилизируются путём сжигания или технологический процесс которых протекает с применением открытого огня.

Приведённая классификация взрыво- и пожароопасных производств по СНИП используются для решения вопросов проектирования производственных зданий и сооружений промышленных предприятий.

В ПУЭ дана связь между классификацией взрыво- и пожароопасных производств по ПУЭ и по СНИП.

Так, в ПУЭ имеется указание на то, что в помещениях с производствами категорий А, Б и Е приборы и аппараты должны выбираться в соответствии с требованиями гл. 7.3 ПУЭ к электроустановкам во взрывоопасных зонах соответствующих классов, а в помещениях с производствами (складами) категории В – требованиями гл. 7.4 ПУЭ к электроустановкам в пожароопасных зонах соответствующих классов.

Таким образом, с установлением связи между классификациями ПУЭ и СНИП решение вопроса определения классов взрывоопасных зон для выбора электрического оборудования, приборов, аппаратов значительно упрощается.

12.1.2. Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования

Во взрывоопасных зонах производственных помещений и наружных установок применяются взрывозащищенные исполнения приборов, аппаратов и других средств автоматизации. Исключение составляют те случаи, когда ПУЭ разрешено в отдельных классах взрывоопасных зон применять вместо взрывозащищенного электрооборудования электрооборудование без средств взрывозащиты, но с определенной степенью защиты от воздействия окружающей среды (по ГОСТ 14254-80).

Под термином “взрывозащищенное электрооборудование” (электротехническое устройство) понимается электрооборудование, в котором предусмотрены

меры, устраняющие или затрудняющие возможность воспламенения окружающей взрывоопасной среды.

Взрывозащищенное электрооборудование имеет установленную классификацию по исполнению и маркировке. Область применения различных исполнений взрывозащищенного электрооборудования во взрывоопасных зонах **В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa** определяется ПУЭ.

Разработка взрывозащищенного электрооборудования ведется по требованиям специальных правил (стандартов). Испытание и разрешение на производство этого оборудования выдается Всесоюзным научно-исследовательским проектно-конструкторским и технологическим институтом взрывозащищенного и рудничного электрооборудования (ВНИИВЭ).

В разное время в стране действовали различные правила изготовления взрывозащищенного электрооборудования. В связи с этим в эксплуатации, а также в номенклатурных справочниках и каталогах имеются типы взрывозащищенного электрооборудования с различной маркировкой, что создает определенные трудности при его выборе и применении.

До 1969 г. взрывозащищенное электрооборудование разрабатывалось и изготавливалось по требованиям ПИВЭ, с 1969 г. - по требованиям “Правил изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования” (ПИВРЭ). С 1980 г. введены в действие ГОСТ 12.2.020 - 76 “Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка” и ГОСТ 12.1.011 – 78 “Смеси взрывоопасные. Классификация”, которые установили новую классификацию электрооборудования и взрывоопасных смесей, а также новую маркировку взрывозащищенного электрооборудования, значительно отличающуюся от ранее принятой. Требования указанных стандартов исходят из рекомендаций МЭК (Международной электротехнической комиссии) и СЭВ (совет экономической взаимопомощи).

Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ГОСТ 12.2.020–76. По указанному стандарту взрывозащищенное электрооборудование классифицируется по уровням и видам взрывозащиты, группам и температурным классам.

Под взрывозащитной понимаются специальные конструктивные средства и меры, которые обеспечивают не воспламенение окружающей взрывоопасной газо-, паро-, пылевоздушной смеси от электрических искр, дуг, пламени и нагретых частей электрооборудования.

Уровень взрывозащиты – это степень взрывозащиты электрооборудования при установленных нормативными документами условиях; вида взрывозащиты – совокупность средств взрывозащиты электрооборудования, установленная нормативными документами. При этом следует иметь в виду, что нормы и требования к средствам взрывозащиты, установленные нормативными документами на виды взрывозащиты, рассчитаны только для условий, предусмотренных этими документами; для других условий нормы и требования к средствам взрывозащиты определяются испытательной организацией (ВНИИВЭ) и согласовываются Главгосэнергонадзором.

Установлены следующие три вида взрывозащиты: электрооборудование повышенной надёжности против взрыва, взрывобезопасное электрооборудование и особовзрывобезопасное электрооборудование.

Уровень взрывозащиты “электрооборудование повышенной защиты против взрыва” охватывает взрывозащищённое электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается только в признанном нормальном режиме работы; условный знак уровня в маркировке электрооборудования – 2. Признанный нормальный режим работы приводится в стандартах на виды взрывозащиты электрооборудования.

Уровень взрывозащиты “Взрывобезопасное электрооборудование” охватывает взрывозащищённое электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждения средств взрывозащиты; условный знак этого уровня в маркировке электрооборудования – 1. Признанные вероятные повреждения электрооборудования приведены, когда это необходимо, в стандартах на виды взрывозащиты электрооборудования.

Уровень взрывозащиты “Особовзрывобезопасное электрооборудование” охватывает взрывозащищённое электрооборудование, в котором по отношению к взрывобезопасному электрооборудованию приняты дополнительные средства взрывозащиты, предусмотренные стандартами на виды взрывозащиты; условный знак этого уровня в маркировке электрооборудования – 0.

По видам взрывозащиты электрооборудования подразделяется на семь видов:

- с взрывонепроницаемой оболочкой, выдерживающей давление взрыва внутри её и предотвращающей распространение взрыва из оболочки в

- окружающую взрывоопасную среду; условный знак этого вида взрывозащиты в маркировке электрооборудования – буква d;
- с искробезопасной электрической цепью, выполненной таким образом, что электрический разряд или её нагрев не может воспламенить взрывоопасную среду при предписанных условиях испытания; условный знак – буква i;
 - с защитой вида e, заключающейся в том, что в электрооборудовании или его части, не имеющем нормально искрящихся элементов, принят ряд мер дополнительно к используемым в электрооборудовании общего назначения, затрудняющих появление опасных нагревов, электрических искр и дуг; условный знак – буква e;
 - с заполнением или продувкой оболочки под избыточным давлением, осуществляемым чистым воздухом или инертным газом; условный знак – буква p;
 - с масляным заполнением оболочки, осуществляемым маслом или жидким негорючим диэлектриком; условный знак – буква o;
 - с кварцевым заполнением оболочки; условный знак – буква q;
 - со специальным видом взрывозащиты, основанным на принципах иных, чем перечисленные выше виды взрывозащиты, но признанным достаточным для обеспечения взрывозащиты; условный знак – буква s.

Подразделение взрывозащищённого электрооборудования по группам производится в зависимости от области его применения. Предусмотрено две группы: группа I - рудничное взрывозащищённое электрооборудование, предназначенное для подземных выработок шахт и рудников, опасных по газу или пыли, и группа II - взрывозащищённое электрооборудование для внутренней и наружной установок (кроме рудничного взрывозащищённого).

Электрооборудование группы II используется в системах автоматизации технологических процессов взрывоопасных производств.

В свою очередь, электрооборудование группы II имеющее виды взрывозащиты “Взрывонепроницаемая оболочка”, и (или) “Искробезопасная электрическая цепь”, подразделяется на три группы: ПА, ПВ, ПС, соответствующие категориям взрывоопасных смесей по ГОСТ 12.1.011 – 78.

Классификация взрывозащищённого электрооборудования по температурным классам также связанных с классификацией взрывоопасных смесей.

Согласно ГОСТ 12.1.011 – 78 все взрывоопасные смеси классифицируются по категориям и группам.

Категория взрывоопасной смеси устанавливается в зависимости от размера безопасного экспериментального максимального зазора (БЭМЗ – максимальный зазор между фланцами оболочки, через которых не происходит передача взрыва из оболочки в окружающую среду при любой концентрации горючего в воздухе) согласно таблице 12.2.

Таблица 12.2. Категории взрывоопасных смесей.

Категории и наименования взрывоопасной смеси	Значение БЭМЗ, мм
I. Рудничный метан	Более 1,0
II. Промышленные газы и пары:	
ПА	Более 0,9
ПВ	0,5 – 0,9
ПС	до 0,5

Взрывоопасные смеси газов и паров подразделяются на группы в зависимости от температуры самовоспламенения согласно таблице 12.3.

Таблица 12.3. Группы взрывоопасных смесей.

Группы взрывоопасных смесей	Температура самовоспламенения, °С
T1	Более 450
T2	300 – 450
T3	200 – 300
T4	135 – 200
T5	100 – 135
T6	85 - 100

Группы, подгруппы и температурные классы электрооборудования, их условные знаки в маркировке и соответствующие категории и группы взрывоопасных смесей, для которых это электрооборудование является взрывозащищённым, даны в таблице 12.4 и в таблице 12.5.

Таблица 12.4. Группы и подгруппы взрывозащищённого электрооборудования.

Знак группы электрооборудования в маркировке	Знак подгруппы электрооборудования в маркировке	Категория взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащи-

		щённым
II	–	IIA, IIB, IIC
–	IIA	IIA
–	IIB	IIA, IIB
–	IIC	IIA, IIB, IIC

Маркировка взрывозащищённого электрооборудования образуется последовательной записью (в одну строку) соответствующих знаков, располагаемых в прямоугольнике.

На первом месте – знак вида взрывозащиты: 2- для электрооборудования повышенной надежности против взрыва; 1- для взрывобезопасного электрооборудования; 0- для особо взрывобезопасного электрооборудования.

На втором месте – знак Ex, указывающий на то, что электрооборудование соответствует ГОСТ 12.2.020 – 76 и стандартам взрывозащиты.

На третьем месте – знак вида взрывозащиты: d – взрывонепроницаемая оболочка; i – искробезопасная электрическая цепь; e – защита вида e; o – масляное заполнение оболочки; p – заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением; q – кварцевое заполнение оболочки; s – специальный вид взрывозащиты.

На четвертом месте – знак группы или подгруппы электрооборудования: II – для электрооборудования, не подразделяющегося на подгруппы; IIA, IIB, IIC – для электрооборудования, подразделяющегося на подгруппы (указывается один из знаков).

На пятом месте – знак температурного класса электрооборудования по таблице 12.5.

Таблица 12.5. Температурные классы взрывозащищённого электрооборудования.

Знак температурного класса электрооборудования	Предельная температура, °C	Группа взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищённым
--	----------------------------	---

T1	450	T1
T2	300	T1, T2
T3	200	T1, T1, T3
T4	135	T1, T2, T3, T4
T5	100	T1, T2, T3, T4, T5
T6	85	T1, T2, T3, T4, T5, T6

Таким образом, маркировка электрооборудования расшифровывается следующим образом: знак 1 указывает на то, что это электрооборудование имеет уровень взрывозащиты “Взрывобезопасное электрооборудование”; знак Ex – соответствие ГОСТ-12.2.020 – 76; знак d – вид взрывозащиты “Взрывонепроницаемая оболочка”; знак IIА – электрооборудование подгруппы IIА; знак T3 – электрооборудование температурного класса T3.

В маркировке взрывозащищенного электрооборудования могут быть дополнительные знаки и надписи, если они предусмотрены стандартами на электрооборудование с отдельными видами взрывозащиты.

12.2. ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

12.2.1. Выбор средств измерения и автоматизации для взрывоопасных зон

Электрические аппараты, приборы и другие средства автоматизации во всех случаях следует стремиться выносить за пределы взрывоопасных зон, если это допустимо по условиям эксплуатации и не влечёт за собой неоправданных затрат.

В случае необходимости установка приборов, аппаратов и других средств автоматизации во взрывоопасных зонах должны быть выполнены требования, приведённые в § 7.3 ПУЭ, а сами приборы и аппараты, вносимые по взрывоопасные зоны, должны удовлетворять требованиям действующих стандартов на изготовление взрывозащищённого электрооборудования.

Кроме того, взрывозащищённое электрооборудование, используемое в химически агрессивных, влажных или пыльных средах, должно быть также защищено от воздействия агрессивной среды, сырости, пыли, а взрывозащищённое

электрооборудование, устанавливаемая в наружных установках, должно быть пригодно для работы на открытом воздухе или должно иметь защиту от атмосферных воздействий.

Стационарно устанавливаемые во взрывоопасных зонах приборы и аппараты должны иметь уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки по ГОСТ 14254 – 80, приведённые в таблице 12.6.

Вид взрывозащиты приборов и аппаратов, обеспечивающий требуемый в соответствии с таблицей 12.6. Уровень взрывозащиты, выбирается по стандартам на конкретные виды взрывозащищённого электрооборудования для нужных категорий и групп взрывоопасных смесей. Эти стандарты (ГОСТ 22782.0 – 81 – ГОСТ 22782.7 - 81) устанавливают технические требования и методы испытаний отдельных видов взрывозащищённого электрооборудования.

Виды взрывозащиты, обеспечивающие различные уровни взрывозащиты, различаются средствами и мерами обеспечения взрывобезопасности. Так, например, взрывозащищённое электрооборудование с видом взрывозащиты “Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением”, изготавливаемое по ГОСТ 22782.4 – 78, может обеспечить два уровня взрывозащиты: “Повышенная надёжность против взрыва” и “Взрывобезопасность”, причём для обеспечения уровня “Повышенная надёжность против взрыва” достаточно, чтобы в электрооборудовании была предусмотрена блокировка, включающая сигнал при падении давления в оболочке ниже допустимого, а для обеспечения уровня “Взрывобезопасность” необходимо, чтобы в электрооборудовании была предусмотрена блокировка, отключающая его при падении давления в оболочке ниже допустимого от всех электрических цепей.

Таблица 12.6. Допустимые уровни взрывозащиты или степень защиты оболочки приборов и аппаратов, стационарно устанавливаемых во взрывоопасных зонах различных классов

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты
В–I В-Ia, В-Iг	<p>Взрывоопасное. Особовзрывоопасное.</p> <p>Повышенной надёжности против взрыва – для аппаратов и приборов, искрящих или подверженных нагреву выше 80°С.</p> <p>Без средств взрывозащиты – для аппаратов и приборов, не искрящих и не подверженных нагреву выше 80°С. оболочка со степенью защиты не менее IP54.</p>

В-Іб	Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее IP44.
В-ІІ	Взрывоопасное (при соблюдении требований, указанных ниже в данном параграфе). Особовзрывобезопасное.
В-ІІа	Без средств взрывозащиты (при соблюдении требований, указанных ниже в данном параграфе). Оболочка со степенью защиты не менее IP54.

Во взрывоопасных зонах классов В-ІІ и В-ІІа рекомендуется применять электрооборудование, специально предназначенное для работы во взрывоопасных смесях горючих пылей или волокон с воздухом. Если такого электрооборудования нет, то во взрывоопасных зонах класса В-ІІ допускается применять взрывозащищённое электрооборудование, предназначенное для работы в средах с газопаровоздушными взрывоопасными смесями, а в зонах класс В-ІІа – электрооборудование общего назначения (без средств взрывозащиты), но имеющее соответствующую защиту оболочки от проникновения пыли.

Применять взрывозащищённое электрооборудование, предназначенное для газопаровоздушных смесей и электрооборудование общего назначения с соответствующей степенью защиты оболочки во взрывоопасных зонах классов соответственно В-ІІ и В-ІІа, допускается при условии, что температура поверхности, на которую могут осесть горючие пыль или волокна (при работе электрооборудования с номинальной нагрузкой и без наслоения пыли), будет не менее чем на 50°С ниже температуры тления пыли (для тлеющих пылей) или не более двух третей температуры самовоспламенения не тлеющих пылей.

Следует иметь в виду, что взрывозащищённое электрооборудование, предназначенное для работы в среде паров ЛВЖ или горючих газов с воздухом, сохраняет свои свойства, если они находятся в среде той категории и группы, которые даны в его маркировке или находятся в среде, отнесённой к менее опасным категориям и группам.

Указанное в таблице 12.6 электрооборудование при необходимости допускается заменять электрооборудованием более высокого уровня взрывозащиты или более высокой степени защиты оболочки. Например, вместо оборудования “Повышенная надёжность против взрыва” может быть применено оборудование уровня “Взрывобезопасное” или “Особовзрывобезопасное”.

В зонах, взрывобезопасность которых определяется горючими жидкостями с температурой вспышки выше 61°С, может применяться любое взрывозащи-

щённое электрооборудование для любых категорий и групп с температурой нагрева поверхности, не превышающей температуру самовоспламенения данного вещества.

Сборке зажимов следует, как правило, выносить за пределы взрывоопасных зон. При технической необходимости установки сборок зажимов в пределах взрывоопасных зон их исполнение должно удовлетворять требованиям, приведённым в таблице 12.6 (как стационарно установленным приборам, не искрящим при работе).

Отсюда следует, что сборки зажимов (коробки зажимов) для взрывоопасных зон классов В-I и В-II должны иметь уровень взрывозащиты “Взрывобезопасное” или “Особовзрывобезопасное”. Поскольку такие сборки зажимов не выпускаются промышленностью, то можно считать, что применение сборок зажимов во взрывоопасных зонах классов В-I и В-II недопустимо. Во взрывоопасных зонах классов В-Iа, В-Iг и В-IIа допускается применение коробок зажимов со степенью защиты IP54, а во взрывоопасной зоне класса В-Iб – коробок со степенью защиты IP44. При этом следует учитывать также, что коробки зажимов, устанавливаемые во взрывоопасных зонах с химически агрессивными, влажными, пыльными средами или в наружных установках, должны быть устойчивы в работе в условиях указанных окружающих сред.

Коммутационная и защитная аппаратура схем электропитания систем автоматизации (выключатели, предохранители и др.) должна устанавливаться вне взрывоопасных зон.

Во взрывоопасных зонах любого класса штепсельные соединения могут применяться при условии, если они удовлетворяют требованиям, приведённым в таблице 12.6, для аппаратов, искрящих при нормальной работе.

Установка штепсельных соединений во взрывоопасных зонах классов В-I и В-II недопустима.

Во взрывоопасных зонах В-Iа и В-Iг штепсельные соединения должны иметь уровень взрывозащиты “Повышенная надёжность против взрыва”.

В зонах классов В-Iб и В-IIа допускается применять штепсельные соединения со степенью защиты IP54 при условии, что разрыв цепи у них происходит внутри закрытых розеток. Установка этих штепсельных соединений допускается только для включения периодически работающих электроприёмников (например, переносных) и расположены они должны быть в местах, где образование взрывоопасных смесей наименее вероятно; число штепсельных соединений

должно быть ограничено необходимым минимумом. Искробезопасные цепи могут коммутироваться штепсельными разъёмами общего назначения.

При применении аппаратов и приборов с видом взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь” необходимо руководствоваться следующими основными требованиями:

1) индуктивность и ёмкость искробезопасных цепей, в том числе соединительных кабелей (ёмкость и индуктивность которых определяется по характеристикам, расчётом или измерением), не должны превышать максимальных значений, оговорённых в технической документации на эти цепи. Если документацией предписывается конкретный тип кабеля (провода) и его максимальная длина, то их изменение возможно только при наличии заключения компетентной организации в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.021 – 76;

2) в искробезопасные цепи могут включаться изделия, которые предусмотрены технической документацией на систему и имеют маркировку “В комплекте...”. Допускается включать в эти цепи серийно выпускаемые датчики общего назначения, не имеющих собственного источника тока, индуктивности или ёмкости и удовлетворяющие п. 4 настоящих требований. К таким датчикам относятся серийно выпускаемые приборы общего назначения – термопреобразователи (термометры сопротивления), преобразователи термоэлектрические (термопары), термисторы, фотоэлементы и подобные им изделия, встроенные в защитные оболочки;

3) цепь, состоящая из серийно выпускаемых термопары и гальванометра (милливольтметра) общего назначения, является искробезопасной для любой взрывоопасной среды при условии, что гальванометр не содержит в себе других неискробезопасных электрических цепей, в том числе подсветки шкалы;

4) в искробезопасные цепи могут включаться серийно выпускаемые переключатели, ключи, сборки зажимов и т. п. общего назначения при условии, что к ним не подключены другие, искробезопасные цепи; они закрыты крышкой и опломбированы; их изоляция рассчитана на трёхкратное номинальное напряжение искробезопасной цепи, но не менее чем на 500 В.

12.2.2. Выбор средств измерения и автоматизации для пожароопасных

зон

Электрические аппараты, приборы и другие средства автоматизации следуют во всех случаях стремиться выносить за пределы пожароопасных зон, если это допустимо по условиям эксплуатации и не влечёт за собой неоправданных затрат.

При необходимости установки приборов, аппаратов и других средств автоматизации в пожароопасных зонах должны быть выполнены требования гл. 7.4 ПУЭ.

В пожароопасных зонах должны применяться приборы и аппараты, имеющие степень защиты по ГОСТ 14254 – 80 не менее указанной в таблице 12.7. В этой же таблице приведены степени защиты шкафов и сборок зажимов (коробок зажимов), допускаемых к применению в пожароопасных зонах.

Таблица 12.7. Допускаемая степень защиты оболочек приборов, аппаратов, шкафов, сборок зажимов, устанавливаемых в пожароопасных зонах различных классов

Виды установки и условия работы	Степень защиты оболочки для пожароопасной зоны класса			
	П-I	П-II	П-IIa	П-III
Стационарно установленные приборы и аппараты, искрящие по условиям работы	IP44	IP54	IP44	IP44
Стационарно установленные приборы и аппараты, не искрящие по условиям работы	IP44	IP44	IP44	IP44
Шкафы для размещения аппаратов и приборов	IP44	IP54 [*] , IP44 ^{**}	IP44	IP44
Коробки сборок зажимов	IP44	IP44	IP44	IP44

* при установке в шкафах аппаратов и приборов, искрящих по условиям работы.

** при установке в шкафах аппаратов и приборов, не искрящих по условиям работы.

Аппараты и приборы, устанавливаемые в шкафах, разрешается применять с меньшей степенью защиты, чем указано в таблице 12.7 (вплоть до исполнения IP00), при условии, что шкафы будут иметь степень защиты не ниже указанной в таблице для соответствующих классов пожароопасных зон.

Допускается степень защиты оболочки от проникновения воды (вторая цифра обозначения) изменять в зависимости от условий среды, в которой устанавливаются приборы и аппараты.

В пожароопасных зонах всех классов разрешается применять аппараты и приборы в маслonaполненном исполнении (кроме кислородных установок), а также приборы, аппараты, шкафы и сборки зажимов, продуваемые чистым воздухом под избыточным давлением.

Коммутационную и защитную аппаратуру схем электропитания установок автоматизации следует устанавливать вне пределов пожароопасных зон.

При выборе аппаратов и приборов для пожароопасных зон необходимо также учитывать условия окружающей среды (химическая активность, атмосферные осадки и т. п.).

12.3. ТРЕБОВАНИЯ К ЩИТОВЫМ ПОМЕЩЕНИЯМ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ.

При устройстве и выборе места расположения щитовых помещений систем автоматизации во взрывоопасных производствах необходимо учитывать основные требования, приведенные ниже.

Щитовые помещения могут размещаться в отдельно стоящих зданиях (рис. 12.1 а).

При соблюдении приведенных ниже требований допускаются щитовые помещения систем автоматизации пристраивать (рис. 12.1 б) или встраивать (рис. 12.1 в) в помещения с взрывоопасными зонами, если это возможно по условиям безопасного обслуживания данного взрывоопасного производства.

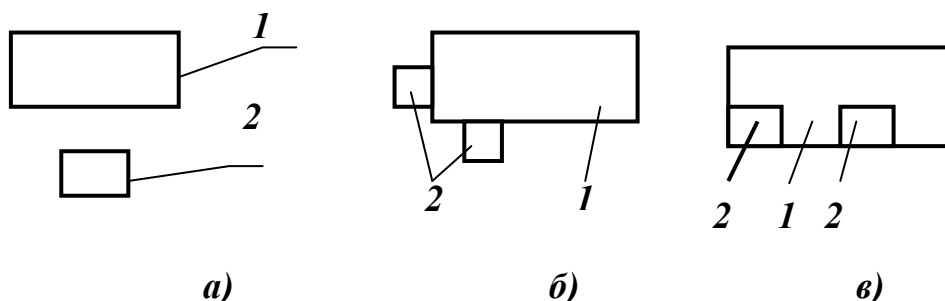


Рисунок 12.1 - Расположение щитовых помещений во взрывоопасных установках:

а) – щитовое помещение, стоящее отдельно от помещения с взрывоопасной зоной; б) - щитовое помещение, пристроенное к помещению с взрывоопасной зоной; в) - щитовое помещение, встроенное в помещение с взрывоопасной зоной; 1 - помещение с взрывоопасной зоной; 2 - щитовое помещение.

Встраивать щитовые помещения допускается только в помещения с взрывоопасными зонами классов В-Iа и В-Iб с легкими горючими газами и ЛВЖ и в помещения с взрывоопасными зонами классов В-II и В-IIа. Запрещается встраивать щитовые помещения в помещения с взрывоопасными зонами классов В-Iа и В-Iб с тяжелыми и сжиженными горючими газами и в помещения с взрывоопасными зонами класса В-I во всех случаях. Щитовые помещения запрещается размещать над и под помещениями с взрывоопасными помещениями любого класса.

Пристраивать щитовые помещения допускается к щитовым помещениям с взрывоопасными зонами классов В-I, В-Iа и В-Iб с легкими горючими газами и ЛВЖ и к помещениям с взрывоопасными зонами классов В-II и В-IIа.

Встраиваемые и пристраиваемые щитовые помещения должны удовлетворять следующим требованиям:

- в щитовых помещениях должна быть собственная приточно-вытяжная вентиляционная система;
- стены, отделяющие щитовые помещения от помещений с взрывоопасными зонами, должны быть несгораемыми, с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч, пылегазонепроницаемыми, без дверей и окон;
- в стенах, отделяющих щитовое помещение от помещений с взрывоопасными зонами классов В-Iа и В-Iб с легкими горючими газами и ЛВЖ и в помещения с взрывоопасными зонами классов В-II и В-IIа, допускается предусматривать вводы кабелей и защитных труб электропроводок в щитовое помещение. Вводные отверстия должны плотно заделываться несгораемым материалом;
- выходы из щитового помещения должны выполняться в соответствии со строительными нормами и правилами по противопожарным нормам проектирования зданий и сооружений в различных отраслях промышленности;
- расстояния по горизонтали и вертикали от наружных дверей и окон встроенных и пристроенных щитовых помещений с взрывоопасными зонами классов В-I, В-Iа и В-II должны быть не менее 4 м до не открывающихся окон и не менее 6 м до дверей и открывающихся окон.

12.4 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОВОДКИ

12.4.1.Выбор способа выполнения электропроводок во взрывоопасных зонах.

Электропроводки систем автоматизации во взрывоопасных зонах должны выполняться кабелями и изолированными проводами, следующими способами:

1) Бронированными кабелями в зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa:

- на кабельных конструкциях;
- на лотках (кроме зон классов В-II и В-IIa);
- в стальных коробах с открываемыми крышками (кроме зон классов В-II и В-IIa);
- по технологическим и кабельным эстакадам (в зоне класса В-Iг);
- в каналах;
- в траншеях (в зоне класса В-Iг);

2) Небронированными кабелями:

- в зоне класса В-I – в стальных водогазопроводных трубах;
- в зоне класса В-II – в стальных водогазопроводных трубах; в каналах пылеуплотненных (покрытых асфальтом или засыпанных песком);
- в зоне класса В-Ia – в стальных водогазопроводных трубах; в стальных коробах с открываемыми крышками;
- в зоне класса В-IIa – в стальных водогазопроводных трубах; в каналах пылеуплотненных (покрытых асфальтом или засыпанных песком); на кабельных конструкциях при отсутствии опасности механических повреждений и химических воздействий;

3) Проводами в зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa:

- в стальных и водогазопроводных трубах;
- в стальных коробах с открываемыми крышками – измерительные цепи напряжением не выше 12 В в зонах класса В-Iг и по наружным открытым технологическим эстакадам с трубопроводами для горючих газов и ЛВЖ.

Для искробезопасных цепей в зонах всех классов разрешаются все перечисленные выше способы прокладки проводов и кабелей.

Во взрывоопасных зонах всех классов не допускается совместная прокладка электрических проводов с пластмассовыми трубами или пневмокабелями в одних коробах, на лотках, кабельных конструкциях за исключением электрических проводов с искробезопасными цепями.

Во взрывоопасных зонах производственных помещений кабели на кабельных конструкциях, в коробах, на лотках должны прокладываться по стенам и

конструкциям зданий и сооружений; кабели и провода в защитных трубах – открыто и скрыто.

12.5. КЛАСИФИКАЦИЯ ОПАСНЫХ МЕСТ В ЕВРОПЕ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ

В Европе существует тенденция следовать рекомендациям МЭК 79-10, основывающаяся на том, что любое место, где существует вероятность наличия взрывоопасной среды, должно быть отнесено к одной из следующих зон:

Zone 0 - зона, в которой взрывоопасная смесь воздуха и газа присутствует постоянно или в течение длительного промежутка времени;

Zone 1 - зона, в которой существует вероятность появления взрывоопасной смеси воздуха и газа при нормальной работе;

Zone 2 - зона, в которой образование взрывоопасной смеси воздуха газа маловероятно, но если это происходит, то только на короткий промежуток времени.

Любые места, не попадающие ни под одно из приведенных определений, считаются не опасной зоной.

В Соединенных штатах классификация опасных мест опирается на Государственные электротехнические нормы (National Electrical Code), NFPA 70, Articles 500-504.

В Канаде применяется C22. Part I Канадских электротехнических норм (Canadian Electrical Code).

В обеих странах опасные места распределяются по классам, в зависимости от присутствующего огнеопасного вещества:

Class I – опасные из-за наличия легковоспламеняющихся веществ, таких как газы или пары;

Class II – опасные из-за наличия легковоспламеняющихся веществ, таких как пыль или порошок;

Class III – опасные из-за наличия легковоспламеняющихся веществ в жидком, волокнообразном или твердом состоянии.

В зависимости от характера опасности места делятся также на подгруппы:

Division 1 – опасность может существовать во время нормального функционирования, во время ремонта или технического ухода или там, где авария может быть причиной одновременного отказа электрооборудования, способного стать причиной воспламенения;

Division 2 – горючий материал присутствует, но находится в закрытом контейнере или системе, либо место примыкает к участку Division 1.

В зависимости от степени опасности классы подразделяются на группы, в соответствии со следующими правилами:

Class I (газы или пары)

Опасные зоны Class I подразделяются на следующие четыре подгруппы, зависящие от вида присутствующих легко воспламеняющихся газов или паров:

Group A - атмосферы, содержащие ацетилен;

Group B - атмосферы, содержащие водород, топливо и горючие технологические газы, где более чем 30% водорода в объеме, или газы и пары, равнозначные по опасности таким, как бутadiен, окись этилена, окись пропилена;

Group C - атмосферы, содержащие этиловый эфир, этилен или газы и пары равнозначной опасности;

Group D – атмосферы, содержащие ацетон, аммиак, бензин, бутан, этанол, гексан, метанол, метан, природный газ, нефть, пропан или газы и пары равнозначной опасности.

Class II (горючие пыли и порошки)

Опасные зоны Class II подразделяются на следующие три группы, зависящие от вида присутствующих горючих пылей или порошков;

Group E – атмосферы, содержащие горючие металлические порошки, включая алюминий, магний и их сплавы или другие горючие пыли, чьи размеры частиц, электропроводность сходны по опасности при использовании электрооборудования;

Group F – атмосферы, содержащие горючие каменноугольные пыли, или коксовые пыли, или синтезированы из других веществ так, что приводят к опасности взрыва;

Group G – атмосферы, содержащие горючие пыли, не включенные в Group E или Group F, в том числе муку, зерно, древесину, пластмассу и химические продукты.

Class III (легко зажигаемые летучие вещества)

В опасных зонах Class III волокна или летучие вещества не находятся во взвешенном состоянии в воздухе в достаточных количествах, чтобы образовать поджигаемые смеси.

В таблице 12.8 показано различие между классификацией опасных зон в соответствии с МЭК 79-10 и классификацией принятой в Северной Америке.

Таблица 12.8. Классификация опасных мест в Европе (МЭК 79-80) и Северной Америке

	Постоянная опасность	Перемещающаяся опасность	Опасность в ненормальных условиях
Северная Америка		Division 2	Division 2
МЭК / Европа	Zone 0	Zone 1, Zone 2	

Из приведенной таблицы видно, что Zone 2 (МЭК/ Европа) и Division 2 (Северная Америка) являются почти равнозначными, тогда как Division 1 включает в себя Zone 0 и Zone 1. Аппаратура, разработанная для Zone 1, не обязательно может применяться в Division 1.

Обычно для Zone 0 уровень вероятности наличия опасной смеси принимается равным более чем 1%.

Места, классифицируемые как Zone 1, имеют уровень вероятности наличия опасной смеси между 0,01% и 1% (максимум 100 часов в год), в то время как для мест, классифицируемых как Zone 2, опасная смесь присутствует в течение не более 1 часа в год.

Основное различие между европейской и североамериканской классификациями опасных зон заключается в том, что в настоящее время не существует непосредственного эквивалента Zone 0 в североамериканской системе, однако новые стандарты ISA, если они будут приняты, могут изменить положение вещей.

12.6. КЛАССИФИКАЦИЯ АППАРАТУРЫ В ЕВРОПЕ

Европейский стандарт EN 50.014 (ГОСТ 12.2.020-76) определяет, что аппаратура подразделяется на две группы:

Group I – аппаратура для применения в шахтах, где опасность представлена метаном и угольной пылью;

Group II – аппаратура для применения в промышленной обстановке, где опасность представлена газом или паром. Group II подразделяется, в свою очередь, на три подгруппы: А, В и С.

Эти деления основываются на величине безопасного экспериментального максимального зазора для взрывонепроницаемой оболочки или минимальном

токе воспламенения для электрооборудования с видом взрывозащиты «Искробезопасная электрическая цепь».

В Европе электрооборудование сертифицируется на основе конструктивных особенностей, тогда как в североамериканской системе оно классифицируется, исходя из зоны возможной установки. С практической точки зрения, две системы являются равнозначными, даже если существуют незначительные различия, как показано в таблице 12.9.

Таблица 12.9. Классификация электрооборудования по категориям взрывоопасности в Европе и Северной Америке

Категория взрывоопасности	Классификация аппаратуры		Энергия поджигания
	Европа	Северная Америка	
Метан	Group I (шахты)	Class I, Group D	
Ацетилен	Group II, C	Class I, Group A	> 20 мкДж
Водород	Group II, C	Class I, Group B	> 20 мкДж
Этилен	Group II, B	Class I, Group C	> 60 мкДж
Пропан	Group II, A	Class I, Group D	> 180 мкДж
Металлическая пыль		Class II, Group E	
Угольная пыль	Готовится	Class II, Group F	Наиболее легко поджигаемые
Зерновая пыль		Class II, Group G	

Каждая подгруппа Group II и Class I связана с определенным количеством газов, имеющих энергию поджигания, включенную в приведенное значение и представленную газом, находящимся в приведенной таблице, который применяется в сертификационных тестах.

Оборудование "Group II, C" (Европа) и "Class I, Groups A и B" (США) предназначено для применения в наиболее опасных зонах. Оборудование, разработанное для этих групп, не должно поджигать электрическими средствами любую потенциально взрывчатую газовоздушную смесь.

12.7. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

Для того чтобы уменьшить опасность взрыва, необходимо исключить одно или более условий возникновения взрыва (воспламенения): топливо, окислитель или энергию воспламенения.

Сдерживание взрыва – при этом методе взрыв происходит, но ограничен определенной зоной таким образом, что распространение взрыва в окружающую атмосферу не происходит. На этом принципе базируется вид взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка".

Изоляция – метод, который основывается на физическом разделении или изоляции электрических элементов или горячих поверхностей от взрывоопасных смесей. Сюда включаются различные способы, такие как поддержание повышенного давления, герметизация и т.д.

Предотвращение – метод, который ограничивает энергию, как электрическую, так и тепловую, сохраняя определенные уровни, как при нормальной работе, так и при аварийных обстоятельствах. Наиболее характерным техническим приемом здесь является вид взрывозащиты "Искробезопасная электрическая цепь". За рубежом этот вид взрывозащиты известен как *intrinsic safety* (внутренняя безопасность).

Для каждого метода характерны один или более специфических технических приемов, претворяющих в жизнь философию, при которой должны произойти, по крайней мере, две независимые аварии в одном и том же месте в одно и то же время, для того чтобы вызвать взрыв. Авария в электрической цепи или в системе, которая в последствии приводит к аварии в другой электрической цепи или системе, рассматривается как одиночная авария. Естественно, существуют ограничения в принимаемых во внимание авариях или некоторых случаях. Например, при проектировании могут не учитываться аварии, вызванные сильным землетрясением или другой природной катастрофой, потому что повреждения, причиненные этими катастрофами, могут превышать по своей серьезности последствия, связанные с нарушением систем взрывобезопасности.

Какие условия и повреждения (неисправности, аварии) необходимо иметь в виду при выборе методов защиты?

Прежде всего, должно приниматься во внимание нормальное функционирование оборудования. Во-вторых, нужно учесть возможные аварийные режимы аппаратуры из-за поврежденных комплектующих частей. Наконец, должны быть оценены все случайные условия, такие как короткое замыкание, разрыв электрической цепи, заземление и ошибочная прокладка электрических соединительных

проводов. Выбор конкретного метода защиты зависит от степени безопасности, которую необходимо обеспечить.

Ни одних из методов защиты не может обеспечить абсолютно надежного предотвращения взрыва. Однако при правильно установленном и содержащемся в исправности стандартном защитном оборудовании вероятность взрыва стремится к нулю. Предосторожность, которая должна всегда соблюдаться, - это не размещать электрооборудование в опасных зонах. При проектировании завода или фабрики необходимо иметь в виду этот фактор. Только в том случае, когда нет альтернативы, может быть допущено такое размещение.

Нужно принимать во внимание также такие второстепенные, но тем не менее существенные факторы, как габариты оборудования, которое должно быть защищено, гибкость системы, возможность выполнения текущего ремонта, стоимость сборки и т.д.

Классификация и маркировка взрывозащищенного электрооборудования по ГОСТ-12.2.020-76. Под взрывозащитой понимаются специальные конструктивные средства и меры, которые обеспечивают невоспламенение окружающей взрывоопасной газо-, паро-, пылевоздушной смеси от электрических искр, дуг, пламени и нагретых частей электрооборудования.

В Европе приняты следующие обозначения типов защиты:

d – взрывонепроницаемая оболочка;

e – повышенная безопасность;

ia – искробезопасная электрическая цепь (Zone 0);

id – искробезопасная электрическая цепь (Zone 1);

h – герметическая изоляция;

m – герметизация;

n – отсутствие искрообразования;

o – погружение в масло;

p – метод повышенного давления;

q – заполнение порошком;

s – специальная защита. Этот метод стандартизован только в Великобритании и Германии.

Вид взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка"

Этот вид защиты основывается на идее сдерживания взрыва. В данном случае допускается, чтобы источник энергии вступил в соприкосновение с опасной смесью воздуха и газа. В результате происходит взрыв, но он должен остаться ограниченным в оболочке, изготовленной таким образом, чтобы выдержать дав-

ление, возникающее при взрыве внутри оболочки, и таким образом препятствовать распространению взрыва в окружающую атмосферу.

Теория, поддерживающая этот метод, основывается на том факте, что газовая струя, получающаяся в результате взрыва, выходя из оболочки, быстро охлаждается, благодаря тепловой проводимости оболочки, быстрому расширению и ослаблению горячего газа в более холодной внешней атмосфере. Это возможно, только если оболочка имеет специальные газоотводящие отверстия или щели имеют достаточно малые размеры (рис. 12.2).

По существу дела, необходимые свойства для взрывонепроницаемой оболочки включают крепкую механическую конструкцию, контактное соединение между крышкой и основной частью оболочки и небольшие размеры щелей в оболочке.

Большие щели не допускаются, но малые щели в местах соединений неизбежны. Нанесение изоляции на щель увеличивает степень защиты от коррозионной атмосферы, но не устраняет щели.

В зависимости от природы взрывоопасной смеси и ширины прилегающих поверхностей, допускаются различные максимальные зазоры между ними.

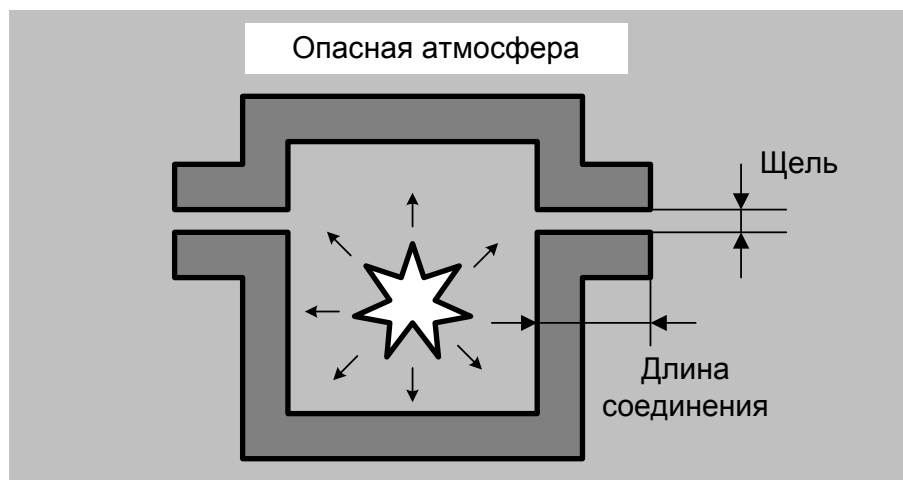


Рис. 12.2. Взрывонепроницаемая оболочка

Классификация оболочек основывается на категориях взрывоопасности смесей и максимальной величины температуры самовоспламенения, которая должна быть ниже, чем температура возгорания смеси, присутствующей на месте, где они установлены.

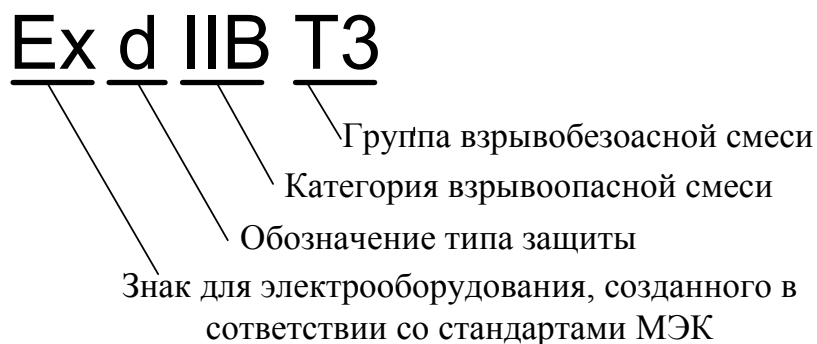
В качестве материала для изготовления оболочки обычно используется металл (алюминий, катаная сталь и т.д.). Пластмасса и неметаллические материалы

могут быть использованы для оболочек с маленьким внутренним объемом (меньше 3 куб.дм.).

В нашей стране требования к конструкции взрывонепроницаемой оболочки изложены в ГОСТ 22782.6-81 (Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка"). Данный стандарт устанавливает технические требования и методы испытаний по обеспечению взрывозащиты электрооборудования (электротехнических устройств), электрических средств автоматизации и связи групп I и II по ГОСТ 12.2.020-76 с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка". В Северной Америке каждая испытательная лаборатория (например, FM, UL, CSA) имеет собственный стандарт, в то время как в Европе распространен стандарт EN 50.018.

Маркировка по взрывозащите электрооборудования, выполненного в соответствии со стандартом ГОСТ 22782.6-81, должна отвечать ГОСТ 12.2.020-76. Стандарты МЭК, которые подобны рекомендациям CENELEC (Европейский Комитет по электротехнической стандартизации), предусматривают совпадающую с обозначением CENELEC маркировку, за исключением того, что знак "Ex", принятый МЭК, CENELEC заменяет знаком "EEEx".

Пример:



В маркировке по взрывозащите электрооборудования категории II, предназначенного только для конкретной взрывоопасной смеси, после знака II должна указываться в скобках химическая формула горючего вещества, образующего с воздухом такую смесь. В этом случае указывать температурный класс электрооборудования не требуется. Например, взрывобезопасное электрооборудование, предназначенное для применения только в водородно-воздушной или только аммиачно-воздушной взрывоопасной смеси, должно иметь следующие маркировки по взрывозащите:

ExdII (H2) или ExdII (NH3)

Защите типа "взрывонепроницаемая оболочка" свойственны следующие проблемы при монтаже и эксплуатации:

- Оболочки, особенно крупногабаритные, весьма тяжелы, и их установка создает механические и строительные сложности;
- Коррозийная атмосфера (типичная для химических и нефтехимических предприятий) требует применения таких материалов, как нержавеющая сталь или бронза, что приводит к существенному увеличению стоимости оболочки;
- Кабельные вводы требуют приспособлений для особого монтажа (обжатие, кабельные хомуты, металлические трубы, кабель в оболочке с наполнителем, изоляция), что в некоторых случаях обходится очень дорого;
- Во влажной атмосфере конденсация может создавать проблемы внутри оболочки или в подводящей трубе;
- Безопасность взрывонепроницаемой оболочки основывается на ее механической целостности, поэтому необходимы периодические осмотры;
- Для проведения работ, связанных с доступом персонала внутрь оболочки, зачастую требуется прекращение технологического процесса, что приводит к удорожанию технического обслуживания системы;
- Представляет трудность удаление крышки (требуется специальный инструмент или необходимо отвернуть 30-40 болтов). При установке крышки обратно очень важно обеспечить выполнение требования по максимально допустимому зазору, поэтому необходима особая ответственность персонала;
- Трудно произвести изменения в системе.

Степень безопасности взрывонепроницаемой оболочки зависит от правильного использования и текущего технического обслуживания, выполняемого заводским персоналом.

Описанный метод защиты является одним из наиболее широко используемых и пригоден для расположенного в опасных зонах электрооборудования, которое имеет дело с высокими уровнями мощности (моторы, трансформаторы, лампы, коммутаторы, соленоиды, пускатели, и другие устройства, которые производят искры). Типичный вид взрывонепроницаемой оболочки показан на рисунке 12.3.

Метод повышенного давления (очистка). Метод повышенного давления основывается на идее отделения окружающей атмосферы от электрического оборудования. Этот метод не позволяет опасной смеси воздуха и газа пройти через оболочку, содержащую электрические части, которые могут производить искры или иметь опасные температуры. Защитный газ (воздух или инертный газ), содержащийся внутри оболочки, находится под давлением, более высоким, чем давление внешней атмосферы (рис. 12.4).

Внутренний перепад давления поддерживается постоянно, как в случае с постоянным потоком защитного газа, так и без него. Оболочка должна обладать определенной прочностью, однако особых механических требований не предъявляется, потому что поддерживаемая разность давления не очень высокая.

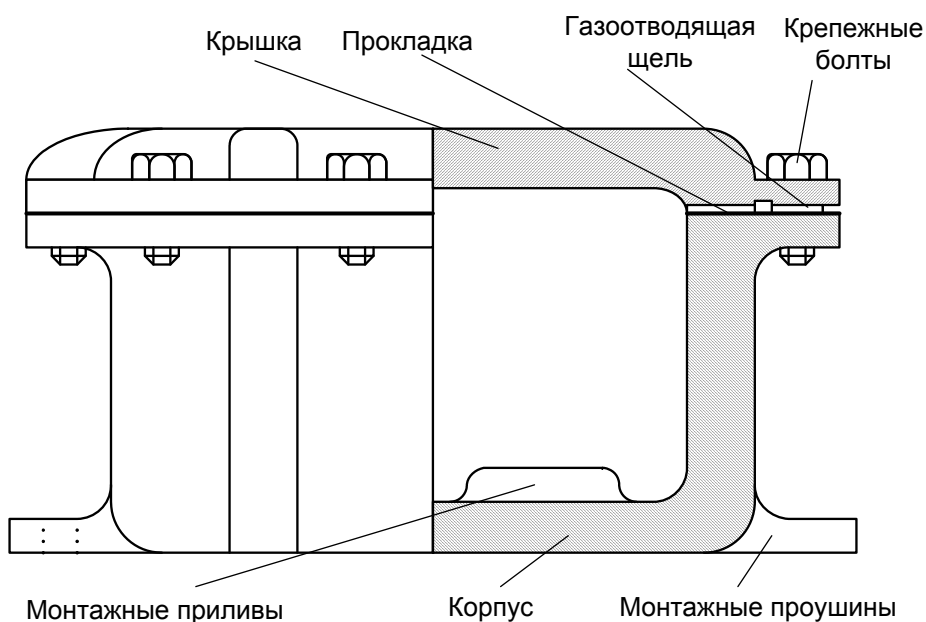


Рис.12.3. Типичный вид взрывонепроницаемой оболочки

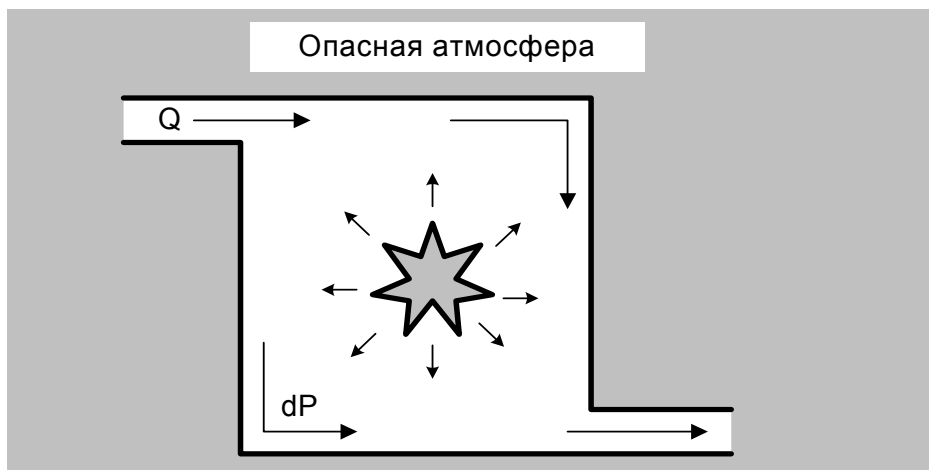


Рис. 12.4. Схема оболочки, находящейся под повышенным давлением

Для поддержания разности давлений система подвода защитного газа должна быть способна компенсировать его утери вследствие утечек из оболочки или возникшие из-за доступа персонала.

Так как возможно, что опасная смесь может остаться внутри оболочки после того, как система повышения давления будет выключена, необходимо удалить оставшуюся смесь путем подачи определенного количества защитного газа перед перезапуском электрооборудования.

Классификация электрооборудования должна быть основана на максимальной температуре внешней поверхности оболочки или поверхности внутренних деталей, которые имеют другой вид защиты и продолжают работать, даже когда подача защитного газа прекращается.

Метод повышенного давления не зависит от классификации газа. При нормальных условиях, когда в оболочке поддерживается давление выше, чем атмосферное, давление опасного внешнего газа, последний не вступает в контакт с электрическими деталями и горячими поверхностями внутри.

Европейский стандарт CENELEC EN 50.016, относящийся к этому методу, требует, чтобы отдельные системы безопасности функционировали, невзирая на потери внутреннего защитного газа из-за утечек, выключений, поломки компрессора или ошибок оператора.

Метод повышенного давления разрешен в качестве защиты в Zone 1 и Zone 2. В случае потери давления автоматика либо немедленно отключает источник питания (для Zone 1), либо подает звуковой или световой сигнал (допускается для Zone 2).

Европейские и американские применения весьма схожи. Устройства безопасности (датчики давления, реле времени, расходомеры и т.д.), необходимые для активизации сигнала тревоги или выключения источника питания, должны быть выполнены с видом взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка" или "искробезопасная электрическая цепь", потому что, как правило, они находятся в соприкосновении с взрывоопасной смесью, как за пределом оболочки, так и внутри оболочки во время стадии продувки или потери давления.

Иногда метод внутреннего повышенного давления является единственно возможным решением, то есть когда ни один из видов взрывозащиты не применим. Метод внутреннего повышенного давления является единственным решением, например, в случае, когда электротехнические устройства имеют большие габариты или панели управления, где габаритные размеры и высокие уровни энергии делают невозможным использование взрывонепроницаемой оболочки или метода ограничения энергии.

Использование метода повышенного давления ограничено защитой электрооборудования, которое не содержит источника легковоспламеняющейся смеси. Для таких электрических средств автоматизации, как газоанализаторы, должен применяться метод непрерывного разжижения. При этом защитный газ, воздух или инертный газ всегда сохраняется в таком количестве, что концентрация легковоспламеняющейся смеси никогда не превышает низшего предела, установленного для конкретного взрывоопасного газа.

Устройства безопасности для метода непрерывного разжижения подобны тем, что применяются для метода повышенного давления, за исключением сигнала тревоги или системы питания, работа которой зависит от количества защитного газа, притекающего для поддержания внутреннего давления.

Применение этого метода регулируется государственными стандартами в Европе, Соединенных Штатах и Канаде, однако он не принят в стандарте CENELEC.

Герметизация. Метод защиты герметизацией основывается на изоляции тех электрических элементов, которые могут вызвать поджигание взрывоопасной смеси при наличии искры или продолжительного нагрева путем помещения их в компаунд, который оказывает противодействие определенным условиям окружающей среды (рис. 12.5).

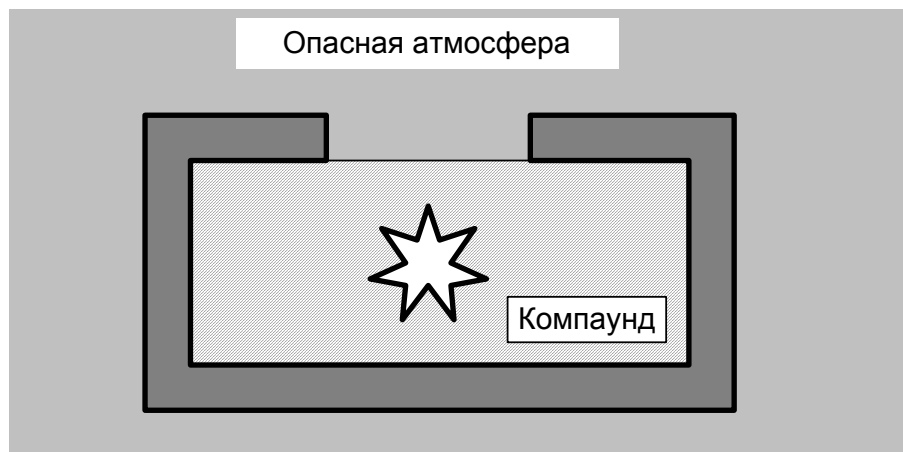


Рис. 12.5. Метод защиты герметизацией

Этот метод защиты признается не всеми стандартами. Герметизация обеспечивает хорошую механическую защиту и является весьма эффективным средством для предотвращения контакта с взрывоопасной смесью. Как правило, она применяется для защиты электрических цепей, не содержащих подвижных элементов, кроме таких элементов (например, язычковых реле), которые уже находятся внутри оболочки. Герметизация часто применяется в качестве дополнения к другим видам защиты.

Вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" требует, чтобы некоторые составные части имели дополнительную механическую защиту, для того чтобы предотвратить случайное короткое замыкание. В этой ситуации применение компаунда является весьма эффективным. Искробезопасные барьеры, например, обычно герметизируются компаундом в соответствии с требованиями стандартов.

Метод защиты погружением в масло. В соответствии с этим методом защиты (рис. 12.6) все электрические элементы погружаются в любое не воспламеняющееся или слабо воспламеняющееся масло, которое предотвращает соприкосновение электрических элементов с атмосферой. Масло зачастую служит также смазочно-охлаждающей эмульсией (см. UL698 или МЭК 79-6).

Наиболее часто этот метод применяют для неподвижного электрооборудование, такого как трансформаторы. Метод погружения в масло непригоден для контрольно-измерительного оборудования, которое требует частого технического обслуживания или осмотра.

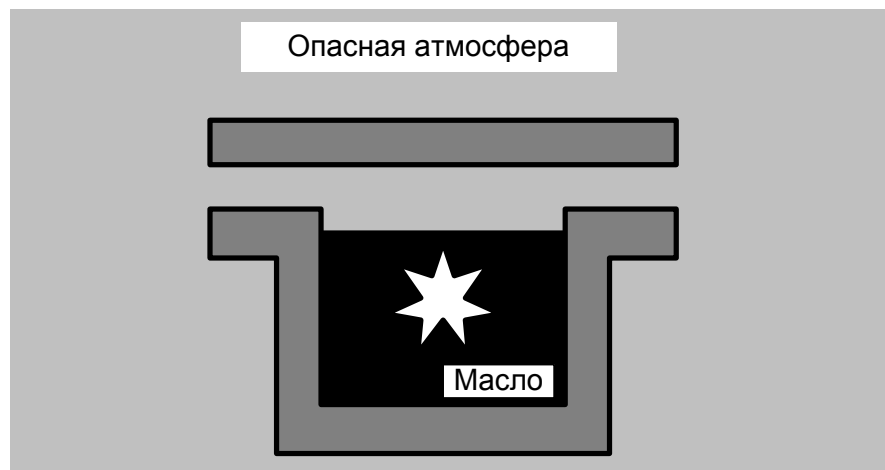


Рис. 12.6. Метод защиты погружением в масло

Метод защиты заполнением порошком. Этот метод защиты подобен методу защиты погружением в масло, за исключением того, что разделение электрооборудования и взрывоопасной атмосферы осуществляется заполнением оболочки порошкообразным материалом таким образом, чтобы дуга, генерируемая внутри оболочки, не вызывала воспламенения опасной атмосферы (рис. 12.7).

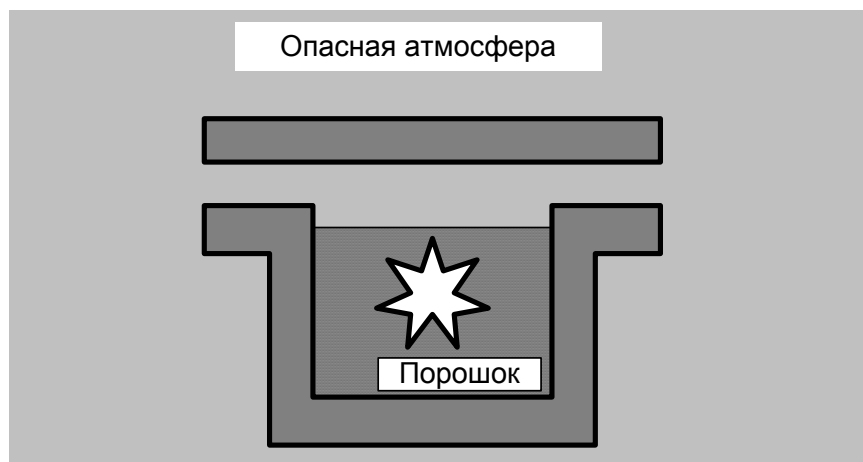


Рис. 12.7. Метод защиты заполнением порошком

Заполнение должно быть выполнено таким образом, чтобы предотвратить образование пустот в массе. В качестве заполнителя применяется кварцевый песок по ГОСТ 22782.2-77, и его зернистость должна соответствовать стандарту.

Вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь".

Метод взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" является наиболее показательной концепцией предотвращения взрыва и основывается на принципе ограничения энергии, запасенной в электрической цепи.

Искробезопасные электрические цепи фактически не способны генерировать электрическую дугу, искры или оказывать тепловое воздействие, которые могут вызвать взрыв опасной смеси как во время нормального функционирования, так и при определенных аварийных ситуациях.

В США и Канаде искробезопасные системы должны сохранять свои свойства при двух независимых неисправностях. Это значит, что могут произойти две различные и не связанные между собой неисправности, такие как короткое замыкание внешней электропроводки и повреждение компонентов, и при этом система будет по-прежнему безопасной.

В соответствии со стандартом CENELEC EN 50.020 определяются два уровня искробезопасных цепей: Ex ia и Ex ib, устанавливающих количество неисправностей, возможных в особых случаях, и коэффициенты безопасности, применяющиеся на стадии проектирования.

Уровень ia допускает до двух независимых неисправностей и может быть использован в Zone 0, в то время как уровень ib допускает только одну неисправность и может быть использован в Zone 1.

ГОСТ 22782.5-78 (Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь") распространяется на взрывозащищенное электрооборудование групп I и II по ГОСТ 12.2.020-76 с видом взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь" и электрооборудование с другими видами взрывозащиты, имеющее искробезопасные и связанные с ними искробезопасные цепи. Стандарт полностью соответствует публикациям МЭК 79-3 (1972 г.) и 79-11 (1976 г.) в части основных технических требований и методов испытаний.

В соответствии с этим стандартом искробезопасные электрические цепи разделяются на три уровня, указанных в таблице 12.10.

Таблица 12.10. Уровни искробезопасности электрических цепей

Знак уровня искробезопасной электрической цепи для электрооборудования групп:		Наименование уровня взрывозащиты по ГОСТ 12.2.020-76
I	II	
ia	ia	Особо взрывобезопасный
ib	ib	Взрывобезопасный
ic	ic	Повышенная надежность против

		взрыва
--	--	--------

Вид взрывозащиты "искробезопасная цепь" является методом, который защищает электрооборудование и связанную с ним электропроводку в опасных зонах, включая повреждения, вызванные разрывом, коротким замыканием или случайным заземлением соединяющего кабеля. Установка является весьма упрощенной, потому что не требуются кабели в металлической оболочке, кабелепроводы или специальные устройства. К тому же текущий ремонт и проведение контрольных проверок может осуществляться персоналом, даже когда цепи находятся под нагрузкой и оборудование функционирует.

12.8. СРАВНЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ

Краткое сравнение рассмотренных методов дано в таблице 12.11 ("плюс", "минус" и "равно" соответственно обозначают "лучше", "хуже" или "одинаково" по отношению к методу взрывозащиты "взрывонепроницаемая оболочка").

Метод защиты "взрывонепроницаемая оболочка" наиболее широко известен и применяется в течение длительного периода времени. Тем не менее, общепризнанно, что метод защиты "искробезопасная электрическая цепь" является наиболее безопасным, наиболее гибким и имеет наименьшую стоимость установки и обслуживания.

Таблица 12.11. Сравнение методов

Наименование метода	Безопасность	Гибкость	Стоимость установки	Стоимость эксплуатации
Искробезопасная цепь	+	+	-	-
Взрывонепроницаемая оболочка	=	=	=	=
Метод повышенного давления	+	+	+	+

Безопасность. Анализ вероятности воспламенения опасной смеси может доказать, что отдельный вид защиты имеет уровень защиты выше или ниже, чем другие.

Метод сдерживания взрыва, например, имеет большую вероятность риска, чем обеспечивает искробезопасная электрическая цепь. Тем не менее, с точки зрения статистики, в течение 50 лет использования не было сообщений об аварии из-за применения взрывонепроницаемой оболочки. Поэтому рассмотрение превышения фактора безопасности одного метода защиты по сравнению с другим некорректно. Если система правильно спроектирована и установлена, не существует практической разницы, где фактор безопасности выше или ниже.

Этот показатель учитывает только человеческий фактор как причину, вызывающую опасное происшествие или аварию. С этой точки зрения, может иметь решающее значение довод о том, что метод искробезопасной электрической цепи лучше других методов, поскольку он в незначительной степени зависит от человеческой ошибки.

Применение метода избыточного давления и взрывонепроницаемой оболочки требует больших эксплуатационных расходов, оба метода зависят от правильной эксплуатации, которая важна для обеспечения безопасности системы.

Гибкость. Метод повышенного давления является более гибким, чем метод защиты "взрывонепроницаемая оболочка", потому что он не зависит от типа опасной атмосферы и, несмотря на его сложность, может быть применен там, где ни один другой метод не применим.

Метод взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь", даже если существует связь с типом атмосферы, является единственным методом, который не требует особых способов прокладки электропроводки, поэтому конфигурирование и установка систем здесь не слишком сложные.

Стоимость установки. Стандарт относящийся к искробезопасной электрической цепи, допускает установку электрооборудования способом, схожим с тем, который применяется для стандартного электрооборудования.

Только один этот фактор снижает стоимость установки.

Затраты на текущий технический уход. В отношении затрат на эксплуатационные расходы метод "искробезопасная электрическая цепь" является наиболее выгодным, потому что он допускает осуществление текущего ремонта без отключения оборудования. Искробезопасная электрическая цепь наиболее на-

дежна вследствие применения надежных и небольших компонентов, как предусмотрено стандартами.

13. ТЕКСТОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОЕКТА

13.1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Пояснительная записка разрабатывается в случаях, предусмотренных в §1.3. Ее содержание определяется стадийностью проектирования и техническим уровнем проектируемых систем автоматизации.

Пояснительная записка стадии “Проект” и утверждаемая часть “Рабочий проект” служат для обоснования технических решений по сложным системам автоматизации для новых, крупных, уникальных и особо ответственных технологических объектов, а также при разработке для объектов АСУ ТП. Пояснительная записка в этом случае должна содержать следующие разделы:

- общую часть;
- краткую характеристику объекта автоматизации;
- основные технические решения по автоматизации;
- указания о разработке нестандартизированного оборудования;
- особенности выполнения работ по монтажу систем автоматизации;
- сведения о заданиях на выполнение проектных работ в смежных разделах проекта (рабочего проекта), связанных с обеспечением монтажа и работоспособности систем автоматизации;
- дополнительные сведения, вызванные особенностями запроектированных систем автоматизации.

Пояснительная записка для проектно-сметной документации технического обеспечения АСУ ТП по составу разделов аналогична пояснительным запискам, приведенным выше. Кроме того, после раздела “Основные технические решения по автоматизации” проводится раздел “Организация технического обслуживания и эксплуатации КТС”.

В разделах пояснительной записки приводят следующие сведения.

Общая часть содержит общие пояснения по разрабатываемой системе автоматизации: основание для разработки, перечень исходных данных, сведения об использовании научно-исследовательских работ (НИР) и изобретений, а также перечень НИР, которые необходимы для реализации отдельных технических решений по автоматизации или АСУ ТП, связь проектной документации по системам автоматизации с другими видами проектных документов (технологических, строительных, сантехнических и др.). Для документации техническо-

го обеспечения АСУ ТП в разделе приводят сведения о другой технической документации АСУ ТП - общесистемной, математического и информационного обеспечения.

В разделе “Краткая характеристика объекта автоматизации” приводят сведения об объекте управления, имеющие принципиальное значение для построения систем автоматизации и АСУ ТП: краткое описание технологических процессов, территориальное размещение участков и подразделений, характеристики материальных и энергетических потоков, рабочих сред, помещений и установок (агрессивность, взрыве - и пожароопасность), оценку подготовленности объекта к автоматизации, предложение по реконструкции или изменению технологических процессов в целях повышения возможностей автоматизации. Последние рекомендации особенно актуальны при реконструкции и техническом перевооружении производств в целях создания производств высокого уровня механизации и автоматизации.

При описании основных технических решений по автоматизации объекта должны быть даны пояснения по организационной структуре управления и наиболее сложным и оригинальным системам автоматизации, результаты расчетов надежности и метрологических характеристик, обоснование применения систем передачи информации, основные принципы выбора технических средств автоматизации.

При применении для целей автоматизации нестандартизированных технических средств в пояснительной записке приводят раздел “Указания о разработке нестандартизированного оборудования”. В разделе приводят обоснование применения такого оборудования, указывают перечень исходных требований на его разработку, а в приложении к пояснительной записке приводят эти исходные требования. В разделе приводят сведения об изготовителях нестандартизированного оборудования и о состоянии вопроса согласования изготовления этого оборудования.

В разделе “Особенности выполнения работ по монтажу систем автоматизации” указываются основные методы выполнения работ по монтажу технических средств систем автоматизации в комплексе строительно-монтажных работ: комплектно-блочный, с применением блоков агрегированного оборудования, строительно-технологический. В разделе должны быть указаны основные технические решения проекта организации строительства (ПОС), обеспечивающие индустриализацию работ по монтажу технических средств автоматизации, в том числе опережающие сроки строительства операторских и диспетчерских

помещений, эстакад для прокладки электрических и трубных проводок и др.

В разделе “Сведения о заданиях на выполнение проектных работ в смежных раз делах проекта” приводится перечень заданий, выданных для реализации в технологическом, строительном и других разделах проекта, направленных на размещение приборов и средств автоматизации на технологическом, сантехническом и другом оборудовании и трубопроводах, на организацию строительных помещений и сооружений (диспетчерских, пунктов датчиков, эстакад, каналов, туннелей и т. п.), на создание в них необходимых условий эксплуатации, обеспечение технических средств систем автоматизации требуемой энергией.

Если в процессе разработки проекта отдельные вопросы были решены с исполнителями соответствующих разделов проекта и отдельные задания были реализованы, то об этом приводятся указания и обозначения документов, в которых реализованы соответствующие требования.

Пояснительная записка рабочей документации содержит следующие разделы:

- общую часть;
- основные технические решения;
- указания по монтажным чертежам.

В общей части указывают сведения об утверждении проекта и изменениях и дополнениях, принятых при его утверждении; о выполненных к моменту разработки рабочей документации НИР и о разработке необходимого нестандартизированного оборудования; об уточнении заданий в смежных основных комплектах рабочих чертежей (при необходимости) или об их реализации.

В разделе “Основные технические решения” приводятся краткие сведения и обоснования, принятых в рабочей документации изменений и дополнений основных технических решений проекта; характеристики особых условий систем автоматизации; описание основных принципов работы наиболее сложных систем и принципиальных схем контроля, регулирования и управления.

В разделе “Указания по монтажным чертежам” приводят сведения об особенностях установки технических средств и выполнения проводок, обусловленных их спецификой (способы установки на амортизаторах, теплоизоляция, разделение цепей, нанесение специальных покрытий и т. п.); сведения об индустриализации монтажных работ, о разработке документации технологических и строительно-технологических блоков с установкой на них технических средств автоматизации; требования к устройству зануления (защитного заземления);

ссылку на разделы ПОС, обеспечивающие работы по монтажу систем автоматизации.

Для АСУ ТП в пояснительной записке к рабочей документации в разделе “Основные технические решения” приводят также краткие пояснения по функционированию окончательно принятых в рабочей документации системах управления с необходимыми указаниями по организационной структуре и комплексу технических средств.

Для пояснительной записки АСУ ТП состав и содержание разделов допускается также выполнять по требованиям РТМ 25.208-83 “АСУ ТП. Пояснительная записка к проектной документации. Содержание и методика оформления”.

Пояснительная записка выполняется на листах форматом А4. К ней выполняется титульный и заглавный листы и содержание. На заглавном листе помещают основную надпись по форме 3 ГОСТ 21.103-78. В содержании перечисляют все разделы пояснительной записки и приложения к ней. Требования к оформлению пояснительной записки и ее титульного листа принимают по ГОСТ 2.105-79.

Изложение текста пояснительной записки должно быть кратким, без повторений описаний. В тексте не допускается приводить сведения, содержащиеся в чертежах и других документах.

13.2. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

В рабочей документации систем автоматизации и АСУ ТП выполняют спецификацию оборудования (С1) и спецификацию щитов и пультов (С2). Обе спецификации выполняют по форме, приведенной в ГОСТ 21.110-95 (рис. 13.1). Правила выполнения С2 приведены в §8.4.

Спецификации предназначены для чтения проектной документации, составления на их основе заказной документации, организации изготовления щитовой продукции и подготовки производства работ по монтажу технических средств автоматизации.

Спецификация является основным проектным документом, определяющим типы и техническую характеристику примененных в рабочей документации приборов, средств автоматизации, щитов, пультов, электроаппаратов и т.п. технических средств автоматизации, а также предусмотренные РД изделия и материалы, необходимые для производства работ по монтажу СА.

В спецификацию включают все виды технических средств автоматизации,

В том числе:

- средства (оборудование) индивидуального изготовления (ранее- изделия единичного производства разового изготовления или нестандартизированного оборудование) или импортное;
- поставляемые комплектно с техническим или инженерным оборудованием (например, технические средства автоматизации компрессоров), которые должны быть смонтированы специализированной монтажной организацией при выполнении монтажных работ;
- нетиповые устройства СА;
- имеющиеся у заказчика (на складе или эксплуатации).

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в приведенной ниже последовательности:

- приборы;
- комплексы средств автоматизации;
- щиты и пульты;
- электроаппараты;
- трубопроводная армату;
- кабели и провода;
- материалы;
- монтажные узлы и изделия;
- технические средства автоматизации, поставляемые комплектно с оборудованием.

Допускается также предусматривать в спецификации дополнительные разделы.

При записи в спецификации любого оборудования с различными типоразмерами рекомендуется придерживаться следующих правил:

- от простых технических средств – к сложным;
- от наименьших параметров (пределов измерения, величин токов, напряжений, давления и т.п.) – к большим;
- от меньших установочных (монтажных) размеров – к большим;
- в пределах одного типа и вида – в порядке возрастания основных размерных величин: от меньшей величины (D_y или D_n , числа жил, сечения проводника или профиля, числа зажимов в коробках, габаритов протяжных коробок и т.п.) – к большей.

Позиция									35	Тип, марка оборудования. Обозначение документа и № опросного листа
									8, 10	

Рисунок 13.1 - Форма спецификации оборудования

Согласно ГОСТ 21.110-95 спецификация для С01 состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- оборудование и материалы, поставляемые заказчиком;
- оборудование, поставляемое подрядчиком;
- оборудование, имеющееся на предприятии и используемое при расширении, реконструкции или техническом перевооружении предприятия.

13.2.1. Указания по составлению спецификации оборудования С1

В раздел включают контрольно- измерительные приборы (первичные преобразователи, датчики, вторичные приборы и т.п.), регуляторы, функциональные блоки, исполнительные механизмы, вспомогательные технические средства, включая технические средства индивидуального изготовления и импортные.

В разделе записывают все приборы независимо от места их расположения, включая: приборы, установленные на щитах, пультах (не поставляемые комплектно со щитами и пультами); на блоках технического и инженерного оборудования, собираемых на приобъектных площадках и базах механо- монтажных организаций.

Приборы и материалы записываются в раздел параметрическими группами в следующем порядке:

- температуры;
- давления и разряжение;
- расхода, количества;

- уровня;
- состава и качества вещества;
- прочие приборы, регуляторы и комплектные устройства;
- вспомогательные устройства.

Учитывая специфику приборов для измерения состава и качества веществ для них принимают следующий порядок записи:

- газоанализаторы однокомпонентные;
- газоанализаторы многокомпонентные;
- сигнализаторы концентрации газов;
- анализаторы и концентратомеры жидкостей разные;
- рН-метры;
- плотномеры;
- вискозиметры;
- солемеры;
- влагомеры.

Приборы записывают комплектами по контурам контроля и автоматического регулирования в следующем порядке:

- местные показывающие приборы;
- местные регистрирующие приборы;
- местные показывающие и регистрирующие приборы с сигнальными устройствами;
- местные бесшкальные сигнализирующие приборы (датчики, сигнализаторы, реле и т.п.);
- местные системы автоматического регулирования (САР): позиционные, аналоговые;
- дистанционные (операторских, диспетчерских пунктов управления) измерительные комплекты (в последовательности: показывающие, регистрирующие, сигнализирующие; электрической, затем пневматической ветви государственной системы приборов);
- дистанционные комплекты САР (позиционные, аналоговые САР; электрической и пневматической ГСП).

При этом последовательность записи контуров выполняют с соблюдением следующих принципов:

- от простого к сложному (сначала ртутные термометры, потом манометрические термометры и т.д.);

- от наименьших пределов измерения (шкал) – к большим;
- от меньших установочных (монтажных) размеров – к большим.

В пределах контура запись приборов необходимо осуществлять в следующем порядке: первичный прибор, преобразователь, датчик, вторичный прибор, функциональный блок, регулятор, исполнительное устройство, вспомогательные устройства (в порядке возрастания буквенных обозначений по ГОСТ 21.408).

13.3. ВЕДОМОСТЬ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛАХ

Ведомость потребности в материалах (ВМ) предназначена для определения номенклатуры и количества материалов, поставляемых подрядчиком, необходимых для производства работ по монтажу технических средств автоматизации, предусмотренных в рабочей документации систем автоматизации и АСУ ТП.

Ведомость ВМ выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 21.109-80 по форме, приведенной на рисунке 13.2. В нее включают все материалы, необходимые для монтажа электрических и трубных проводок, щитов и пультов, приборов и средств автоматизации, а также материалы, необходимые для изготовления изделий, предусмотренных С1 в подразделе “Изделия индивидуально изготовленные и элементы блочного монтажа” (раздел “Оборудование, поставляемое подрядчиком”).

Ведомость ВМ составляют со следующими разделами и подразделами:

1. Трубы:

- трубы защитные для электропроводок;
- трубы для трубных проводок.

2. Прокат черных металлов:

- металлоконструкции для крепления проводок;
- металлоконструкции для установки щитов и пультов;
- металлоконструкции для установки приборов и средств автоматизации;
- лакокрасочные материалы.

**Наименование
материала и
единица измерения**

Номер строки

Рисунок 13.2 - Форма ВМ

В подраздел “Трубы защитные для электропроводок” записывают трубы в следующем порядке:

- трубы стальные (водогазопроводные, тонкостенные электросварные);
- трубы пластмассовые (напорные из полиэтилена высокой плотности, напорные из полиэтилена низкой плотности, из непластифицированного поливинилхлорида);
- металлорукава.

Трубы и металлорукава располагают в порядке возрастания диаметров.

В подраздел “Трубы для трубных проводок” сначала включают трубы водогазопроводные, затем из полиэтилена низкой плотности, гибкие поливинилхлоридные, пневмокабели и резиновые трубки.

Все трубы, металлорукава и пневмокабели записываются в подразделах по возрастанию диаметра. Для водогазопроводных труб сначала записывают трубы легкие, затем обыкновенные, усиленные и оцинкованные. Пневмокабели располагают сначала небронированные, затем бронированные.

В подраздел “Металлоконструкции для крепления проводок” включают прокат, необходимый для крепления электрических и трубных проводок к строительным элементам зданий и сооружений, - опоры, кронштейны, стойки, подвесы и т. п. Кроме того, в подразделе учитывают прокат, необходимый для элементов несущих конструкций индивидуального изготовления - мосты кабельные, мосты усиленные, трубные блоки, короба вертикальные и т. п.

В подраздел “Металлоконструкции для установки щитов и пультов” включают металлопрокат, необходимый для изготовления подставок и кронштейнов

для установки малогабаритных щитов, а также (при необходимости) для изготовления плит для герметизации проходов электрических и трубных проводок через стены и перекрытия.

В подразделе “Металлоконструкции для установки приборов и средств автоматизации” учитывают металлопрокат, необходимый для изготовления и монтажа рам, стоек, подставок, кронштейнов для групповой и одиночной установки приборов (в том числе в утепленных шкафах), электронных блоков, электроаппаратуры, исполнительных механизмов, соединительных коробок и тому подобных технических средств. К этой же группе относятся материалы для изготовления металлических коробов при герметизации проходов электрических и трубных проводок при помощи коробов с песочным затвором, а также для шин и узлов заземления.

Прокат черных металлов в каждом подразделе записывают в следующей последовательности: швеллеры (прокатанные, гнутые), уголки, листы, полосы, шестигранники, круги и т. д. по возрастанию сечений про филей и марок сталей.

В подразделе “Лакокрасочные материалы” приводятся лаки, эмали и краски, необходимые для окраски стальных труб, конструкций, узлов, коробов и перфорированных изделий в соответствии с требованиями рабочей документации (кроме окраски химически стойкими составами). Материалы включают в следующей последовательности: лаки, эмали, краски (в том числе белила), олифы, растворители.

ЛИТЕРАТУРА

Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев; под ред. А.С. Ключева – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990.

Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования. Справочное пособие./ А.С. Ключев и др. 2-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1988.

Монтаж средств измерений и автоматизации: Справочник / К.А. Алексеев, В.С. Антипин, А.Л. Ганашек и др.; под ред. А.С. Ключева – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988.

ГОСТ 21.101 – 93 СПДС. Основные требования к рабочей документации.

ГОСТ 21.101 – 95 СПДС. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов.

ГОСТ 2.701 – 84. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 2.702 – 75. Правила выполнения электрических схем.

ГОСТ 2.708 – 81. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.

ГОСТ 2.709 – 72. Система обозначений цепей в электрических схемах.

ГОСТ 2.710 – 81. Обозначения условные буквенно-цифровые в электрических схемах.

ГОСТ 2.721 – 74. Обозначения условные графические в схемах. Обозначение общего применения.

ГОСТ 2.793 – 79 ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств. Общие обозначения.

ГОСТ 2.785 – 70 ЕСКД. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная.

ГОСТ 2.781 – 68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Аппараты гидравлические и пневматические направляющие и регулирующие, приборы контрольно- измерительные.

ГОСТ 2.784 – 70 ЕСКД. Обозначения условно-графические. Элементы трубопроводов.

ОСТ 36.13-90. Щиты и пульты СА и ТП. Общие технические условия.

РМ 4-6-84, ч.1. Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование электрических и трубных проводок. Электрические проводки. Пособие к ВСН 205-84/ММСС СССР.

РМ 4-6-92, ч.2. Проектирование электрических и трубных проводок систем автоматизации. Трубные проводки.

РМ 4-6-92, ч.3. Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование электрических и трубных проводок. Указания по выполнению документации.

РМ 3-82-90. Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Конструкция, особенности применения.

РМ 4-132-89. Номограммы и таблицы для выбора труб, коробов, лотков, кабельных конструкций при проектировании электрических и трубных проводок систем автоматизации.

РМ 4-190-82. Системы автоматизации технологических процессов. Монтажно-технологические требования к проектированию промышленных предприятий.

РМ 4-162-79. Проектирование и монтаж электрических проводок систем автоматизации технологических процессов с применением многожильных магистральных кабелей.

РМ 4-107-82. Системы автоматизации технологических процессов. Требования на выполнения проектной документации на щиты и пульты.

РМ 4-59-95. Системы автоматизации технологических процессов. Оформление и комплектование проектов.

РМ 4-106-82. Схемы электрические принципиальные систем автоматизации. Требования к выполнению. Обозначения условные графические многопозиционных устройств.

РМ 3-53-90. Инструкция по монтажу трубных проводок внутри щитов и пультов.

РМ 3-54-90. Инструкция по монтажу электрических проводок внутри щитов и пультов.

РМ 4-183-81. Системы автоматизации технологических процессов. Порядок согласования технической документации на изготовление щитов и пультов заводами-изготовителями Минмонтажспецстроя СССР.

РМ 4-206-95. Спецификация оборудования, изделий и материалов. Указание по выполнению.

ИМ 14-17-99, ч.1. Электрические кабели, провода и шнуры. Провода и шнуры. Номенклатурный справочник.

ИМ 14-17-99, ч.2. Электрические кабели, провода и шнуры. Провода и шнуры. Номенклатурный справочник.

СНиП 1.02.01-85. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования.

ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожарных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.