
ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СХЕМ

Схема – это графический конструкторский документ, содержащий составные части изделия и связи между ними в виде условных изображений или обозначений [3]. Схемы используются при изучении принципа действия машин, механизмов, приборов, аппаратов, при их наладке и ремонте, монтаже трубопроводов и электрических сетей, а также для уяснения связи между отдельными составными частями изделия без уточнения особенностей их конструкции.

Схемы входят в комплект конструкторской документации и так же, как другие документы, содержат данные, необходимые для проектирования, изготовления, сборки, регулировки и эксплуатации изделий.

На этапе проектирования схемы служат для определения структуры будущего изделия при дальнейшей конструкторской проработке; на этапе производства – для ознакомления с конструкцией изделия, разработки технологических процессов изготовления и контроля деталей; на этапе эксплуатации – для выявления неисправностей и использования при техническом обслуживании. ГОСТ 2.701–84 устанавливает классификацию, обозначение схем, общие требования к их выполнению для изделий всех отраслей промышленности, а также определяет термины, используемые в конструкторской документации.

В зависимости от состава элементов и связей между ними различают следующие виды схем, обозначаемые русскими прописными буквами: электрические – Э, гидравлические – Г, пневматические – П, газовые (кроме пневматических) – Х, кинематические – К, вакуумные – В, оптические – Л, энергетические – Р, комбинированные – С, деления – Е. Схему деления (Е) изделия на составные части выпускают для определения состава этого изделия.

По основному назначению различают следующие типы схем, обозначаемые арабскими цифрами: структурные – 1, функциональные – 2, принципиальные – 3, соединений – 4, подключения – 5, общие – 6, расположения – 7, объединенные – 0.

Наименование схемы определяется по ее виду и типу, например: схема электрическая принципиальная, схема электрическая функциональная, схема деления структурная, схема гидравлическая соединений.

Графическое оформление схем

Код схемы состоит из буквы, определяющей ее вид, и цифры, обозначающей ее тип, например: Э3 – схема электрическая принципиальная; Э5 – схема электрическая подключения; П4 – схема пневматическая соединений. Наименование и код комбинированной схемы определяют ее комбинированным видом и типом, например: схема электрогидравлическая принципиальная – С3, схема пневмогидравлическая соединений – С4.

Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Ее разрабатывают при проектировании изделия на стадиях, предшествующих разработке схем других типов и используют при общем ознакомлении с ним.

Функциональная схема служит для разъяснения процессов, протекающих в отдельных функциональных цепях изделия или в изделии в целом. Ее используют при изучении принципа действия изделия, а также при его наладке, контроле и ремонте в процессе эксплуатации.

Принципиальная (полная) схема определяет полный состав элементов изделия и связей между ними и дает детальное представление о принципе его работы. Используется при изучении принципа работы изделия, его наладке, контроле и ремонте, а также служит основой для разработки других конструкторских документов, например схем соединений (монтажных) и чертежей.

Схема соединений (монтажная) показывает порядок соединения составных частей изделия, состав элементов соединений (провода, жгуты, трубопроводы), а также места присоединений, ввода и вывода. Используется при разработке других конструкторских документов (в первую очередь чертежей, определяющих прокладку и способы крепления проводов, жгутов, кабелей и трубопроводов в изделии) и для выполнения присоединений. Также эта схема необходима при контроле, эксплуатации и ремонте изделий в процессе эксплуатации.

Схема подключения, показывающая внешние подключения изделия, используется при разработке других конструкторских документов, а также при осуществлении подключения изделия и его эксплуатации.

Общая схема, определяющая составные части комплекса и соединение их между собой, используется при ознакомлении с комплексом, а также при его контроле и эксплуатации.

Схема расположения определяет относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости положение жгутов, проводов, кабелей, трубопроводов и т. п. Используется схема при разработке других конструкторских документов, а также при эксплуатации и ремонте изделий.

Схема объединенная – один конструкторский документ, содержащий схемы двух или нескольких типов для одного изделия.

Комбинированную схему разрабатывают для изделия, в состав которого входят элементы разных видов. Причем изображение элементов (устройств, функциональных групп) и связей каждого вида (электрических, гидравлических, пневматических и т.п.), а также оформление схемы в целом должно удовлетворять правилам, установленным для соответствующих видов схем данного типа. Элементам в этом случае присваивают позиционные обозначения, сквозные в пределах схемы. Для того чтобы различить обозначения одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), их подчеркивают, начиная с элементов, относящихся ко второй по виду схеме, указанной в наименовании. Например, в схеме электрогидравлической принципиальной одной чертой подчеркивают обозначения гидравлических элементов; в схеме гидропневмокинематической принципиальной одной чертой подчеркивают обозначения пневматических элементов и двумя – кинематических.

Общие требования к выполнению схем. В соответствии с ГОСТ 2.701–84 при выполнении схем необходимо соблюдать следующие правила:

1. Схемы выполняют без соблюдения масштаба и действительного пространственного расположения составных частей изделия.

2. Необходимое число типов схем, разрабатываемых на проектируемое изделие, а также число схем каждого типа определяется разработчиком в зависимости от особенностей изделия. Комплект схем к изделию должен быть по возможности минимальным, но достаточным для обеспечения его проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта. Между схемами одного комплекта конструкторских документов на изделие должна быть установлена однозначная связь, обеспечивающая возможность быстрого получения необходимой информации о его элементах, устройствах и соединениях.

Графическое оформление схем

3. При выполнении схем, как правило, используют стандартные условные графические обозначения (УГО). Если для некоторых элементов необходимо использовать нестандартные обозначения, на схеме делают соответствующие пояснения.

4. Число изломов и пересечений линий связи на схеме должно быть минимально возможным, а расстояние между параллельными линиями — не менее 3 мм.

5. На схемах допускается помещать необходимые технические данные: либо около соответствующих графических обозначений, либо на свободном поле, как правило, над основной надписью.

6. Разрешается объединенную или комбинированную схему выполнять на нескольких листах.

Форматы. Форматы листов для выполнения схем определяет ГОСТ 2.301–68 (предпочтительно применение основных форматов), при этом выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушающее ее наглядности и удобства использования.

Построение схемы. При выполнении схем действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают. Расположение условных графических обозначений на схеме должно определяться удобством ее чтения и давать наиболее полное представление о структуре изделия и взаимосвязи его составных частей. Для этого при построении рисунка схемы необходимо соблюдать следующие условия: элементы, совместно выполняющие определенные функции, должны быть сгруппированы и расположены соответственно развитию процесса слева направо; расположение элементов внутри функциональных групп должно обеспечивать наиболее простую конфигурацию цепей (с минимальным числом изломов и пересечений линий связи); дополнительные и вспомогательные цепи (элементы и связи между ними) должны быть выведены из полосы основных цепей.

Допускается условные графические обозначения элементов на схеме располагать в таком же порядке, как они размещены в изделии, если это не нарушает удобства чтения схемы. Для повышения наглядности допускается графические обозначения элементов или функциональных групп изделия разносить на схеме, то есть располагать составные части изделия в раз-

ных местах схемы. В этом случае на поле схемы указывают полные условные графические обозначения функциональных частей или дополняют таблицами, разъясняющими их расположение.

Допускается выполнять схемы в пределах условного контура, упрощенно изображающего конструкцию изделия и выполняемого в этом случае сплошными линиями, равными по толщине линиям связи.

Линии связи изображают в виде горизонтальных и вертикальных отрезков с минимально возможным числом изломов и взаимных пересечений. Для упрощения рисунка схемы допустимо также применение наклонных линий ограниченной по возможности длины. Расстояние (просвет) между двумя соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм, между соседними линиями графического обозначения – не менее 1 мм, а между отдельными условными графическими обозначениями – не менее 2 мм.

На каждое устройство, входящее в изделие, которое может быть применено отдельно или в составе других изделий, рекомендуется выполнять самостоятельные принципиальные схемы. На схеме изделия эти устройства изображают в виде прямоугольников сплошными линиями, равными по толщине линиям связи, или утолщенной сплошной линией. Функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, изображают на схеме изделия штрихпунктирной линией, равной по толщине линиям связи. Полученная таким образом фигура, как правило, должна иметь прямоугольную форму, но допустимо также, чтобы подобное выделение имело произвольную форму.

Если изделие содержит несколько одинаковых устройств, имеющих самостоятельные принципиальные схемы, то каждое из них рассматривается как элемент общей схемы и изображается в виде прямоугольника или условного графического обозначения с присвоением ему позиционного обозначения и внесением в перечень элементов одной позицией.

При выполнении функциональной и принципиальной схем изделия на нескольких листах или в виде совокупности схем одного типа рекомендуется изображать на каждом листе или на каждой схеме определенную функциональную группу или функциональную цепь (линию, тракт и т.п.), а при выполнении схем соединений – часть изделия (установки), располо-

женную в определенном месте конструкции или в определенной функциональной цепи.

Линии. В зависимости от назначения и типа схем различают следующие линии изображений: взаимосвязей (функциональные, логические и т.п.); путей распространения тока, сигнала, информации, потока энергии, жидкости и газа; механических взаимосвязей; материальных проводников (провода, кабели, шины, трубопроводы и т.п.); экранирующих оболочек, корпусов приборов и т.п.; условных границ устройств и функциональных групп.

Линии на схемах всех типов выполняют в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.701–84 и 2.721–74.

Толщина линий выбирается в зависимости от формата схемы и размеров условных графических обозначений. На одной схеме рекомендуется применять не более трех типоразмеров линий по толщине: тонкую, основную и утолщенную. Выбранная толщина линий должна быть постоянной во всем комплекте схем на изделие. Линии связи изображают, как правило, тонкими линиями (толщиной от 0,2 до 1,0 мм).

Для выделения наиболее важных цепей можно использовать утолщенные и толстые линии.

Линии условных графических обозначений и линии связи должны быть одной толщины. Оптимальная толщина сплошной основной линии 0,3 ... 0,4 мм.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях выбирают в зависимости от размеров схемы, однако штрихи, а также промежутки между штрихами должны быть приблизительно одинаковыми в пределах всех конструкторских документов данного изделия.

Линии групповой связи. Для уменьшения числа линий, необходимых на схеме, рекомендуется применять условное графическое слияние отдельных линий в групповые по правилам, установленным ГОСТ 2.721–74.

Графические обозначения. Элементы и устройства на схемах изображают в виде условных графических обозначений, установленных стандартами ЕСКД или построенных на их основе. При необходимости допустимо применение нестандартизованных условных графических обозначений. Стандартизованные или строящиеся на основе стандартизованных

графические условные обозначения на схемах не поясняют; нестандартизованные обозначения должны быть пояснены на свободном поле схемы.

Кроме условных графических обозначений на схемах соответствующих типов можно применять и другие категории графических обозначений: прямоугольники произвольных размеров, содержащие пояснительный текст; упрощенные конструктивные изображения изделия, представляющие собой его внешние очертания.

Размеры условных графических обозначений. Стандартные условные графические обозначения элементов имеют установленные размеры. Если же их размеры специально не оговариваются, то графические обозначения на схеме должны выполняться таких же размеров, как их изображения в стандартах. При выполнении схем на больших форматах можно все условные графические изображения пропорционально увеличивать по сравнению с приведенными в стандартах.

Допускается также на схеме увеличивать размеры обозначений отдельных элементов, если необходимо графически выделить их особое значение, а также помещать внутри обозначения предусмотренные стандартами квалифицирующие символы или какую-либо дополнительную информацию. С целью повышения компактности схемы допускается размеры графических изображений пропорционально уменьшать. Для обеспечения визуального восприятия схемы расстояние между соседними линиями в любом графическом обозначении должно быть не менее 1 мм.

Условные графические обозначения элементов, используемых в качестве составных частей более сложных элементов, выполняют уменьшенными по сравнению с остальными с целью сокращения общих размеров графических обозначений. В случаях, оговоренных соответствующими стандартами, допускается непропорциональное изменение размеров графических обозначений элементов.

При выборе размеров условных графических обозначений схем руководствуются теми же рекомендациями, что и при выборе форматов. Выбранные размеры и толщина линий графических обозначений должны быть выдержаны постоянными во всех схемах одного типа на данное изделие.

Ориентация условных графических обозначений на схеме. Рекомендуется изображать условные графические обозначения на схеме в положе-

нии, указанном в стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° , за исключением специально оговоренных случаев.

Для упрощения начертания схем или более наглядного представления отдельных цепей допускается поворачивать условные графические обозначения на углы, кратные 45° , по сравнению с их изображениями в стандарте. При этом квалифицирующие символы в обозначениях приборов не должны менять своей ориентации относительно основной надписи чертежа. Если же поворот или зеркальное изображение какого-либо условного графического обозначения приводит к искажению или потере его смысла, то такое обозначение можно выполнять только в положении, приведенном в стандарте.

Условные графические обозначения, содержащие цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается поворачивать против часовой стрелки только на угол 90 или 45° .

Перечень элементов. Изображенные на схеме элементы обозначают в соответствии со стандартами и вносят в перечень, располагаемый на первом листе, или же оформляют перечень в виде самостоятельного документа на листах формата А4. В графе «*Наименование*» перечня элементов для функциональных групп указывают их наименования, а для элементов или устройств еще и документ, на основании которого они применяются (ГОСТ, ТУ, основной конструкторский документ); в графе «*Примечание*» отмечают технические данные, не содержащиеся в наименовании.

Перечень элементов на первом листе схемы располагают, как правило, над основной надписью. Расстояние от основной надписи до нижней строки перечня должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов размещают слева от основной надписи с повторением головки таблицы.

В перечне элементов, оформляемом в виде самостоятельного документа, указывают его код, состоящий из буквы П и кода схемы (например, ПЭЗ – код перечня элементов к электрической принципиальной схеме), а элементы записывают группами в алфавитном порядке по буквенным позиционным обозначениям. В пределах каждой такой группы элементы располагают в порядке возрастания порядковых номеров. Элементы одного вида с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечне одной строкой, например КП2...КП4. Записывать однотипные элементы рекомендуется в виде общего наименования соответствующей им группы.

В основной надписи перечня (форма 2 для первого листа и форма 2а по ГОСТ 2.104–68 для последующих листов) под наименованием изделия делают запись «Перечень элементов» шрифтом на один-два размера меньше, а в графе «Обозначение» указывают код.

Перечень элементов записывают в спецификацию после схемы, к которой он выпущен.

При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов дополняют графой «Зона» и указывают в ней обозначение зоны или номер строки (при строчном выполнении схем), в которой расположен элемент или устройство.

Допускается вводить в перечень дополнительные графы, если они не дублируют сведений, указанных в основных графах.

Между отдельными группами элементов в перечне или между элементами в большой группе рекомендуется оставлять несколько незаполненных строк для внесения изменений.

Для сокращения перечня допускается однотипные элементы с одинаковыми параметрами и последовательными номерами записывать в перечень одной строкой, указывая только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например КП2...КП4. В графе «Кол.» указывают общее количество таких элементов. При записи однотипных элементов допускается не повторять в каждой строке наименование элемента, а записывать его в виде общего наименования к соответствующей группе элементов. В общем наименовании записывают наименование, тип и обозначение документа, на основании которого применены эти элементы.

Запись элементов, входящих в устройство (функциональную группу), начинают с наименования устройства или функциональной группы, которое записывают в графе «Наименование» и подчеркивают, а в графе «Кол.» указывают общее количество одинаковых устройств или функциональных групп, а для элементов – количество элементов, входящих в одно устройство (функциональную группу).

При наличии на схеме элементов, не входящих в состав устройства или функциональной группы, заполнение перечня начинают с записи этих элементов (без заголовка). Затем записывают устройства, не имеющие самостоятельных принципиальных схем, а также функциональные группы с входящими в них элементами.

Для элементов, не являющихся самостоятельными конструкциями, графу перечня «Наименование» не заполняют, а в графе «Примечание» де-

Графическое оформление схем

лают поясняющую запись или ссылку на надпись, помещенную на поле схемы.

При разработке на одно изделие нескольких самостоятельных принципиальных схем в каждой схеме должен быть помещен перечень только тех элементов, позиционные обозначения которым присвоены на данной схеме. При повторном изображении отдельных элементов на нескольких схемах за ними сохраняются позиционные обозначения, присвоенные им на первой схеме. В этом случае на схемах делают надпись типа: «*Элементы, изображенные на схеме и не включенные в перечень, см. АБВГ.ХХХХХХ.ХХХЭЗ*».

Текстовая информация. При необходимости на схеме в виде текста, таблиц и диаграмм помещают следующие данные: наименования или характеристики сигналов, обозначения цепей, технические характеристики изделия. Расположение и форму записи текстовых данных на схемах устанавливает ГОСТ 2.701–84, а их содержание и назначение определяются типом схемы, правилами выполнения соответствующих схем. В виде текста данные приводят на схеме в тех случаях, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно или невозможно выразить графически или с помощью условных обозначений.

Текст на схеме должен быть кратким и точным, при этом сокращения слов допускаются только общепринятые или установленные в стандартах.

Текстовые данные в зависимости от их содержания и назначения могут располагаться на схеме следующим образом: рядом с графическим обозначением (по возможности справа или сверху) или внутри него; рядом с линиями, в разрыве линий или в конце линий; на свободном поле.

В зависимости от назначения текстовых данных на схеме возможны следующие формы их записи:

- в виде условных буквенно-цифровых обозначений (например, номера цепей, обозначения электрических контактов, элементов);
- в виде наименований сигналов, функциональных групп и т. п.;
- в виде сплошного текста (например, технические требования, пояснения и т.п.);

– в виде текста, разбитого на графы (например, таблицы коммутации многопозиционных переключателей);

– в виде таблиц, в которых текст сочетается с графическими обозначениями (например, таблицы использования контактов реле).

Текстовые данные, относящиеся к линиям, располагают параллельно их горизонтальным участкам, однако при большой плотности схемы допускается их вертикальная ориентация.

Таблицы, помещенные на свободном поле схемы, должны иметь названия, раскрывающие их содержание, например: «Таблица коммутации переключателей».

На схеме около условных графических обозначений элементов, требующих пояснения по условиям эксплуатации (переключатели, регуляторы и т.п.), должны иметься соответствующие надписи или знаки.

Надписи, предназначенные для нанесения на само изделие, пишут в кавычках возле соответствующего графического обозначения.

Все надписи на схемах выполняют чертежным шрифтом (ГОСТ 2.304–81). Допускается на одной схеме для выделения различных категорий данных применять шрифты разных размеров.

В состав электрической схемы кроме изображения входят надписи, характеризующие входные и выходные цепи, позиционные обозначения элементов и перечень элементов.

Буквенно-цифровые позиционные обозначения всем изображенным на схеме элементам и устройствам присваивают в соответствии с ГОСТ 2.710–81.

Буквенные обозначения наиболее распространенных электрических элементов и устройств приведены в ГОСТ 2.710–81, который также устанавливает двухбуквенные коды видов элементов, например: ВЛ – фотоэлемент, ВМ – микрофон и др.

Позиционные обозначения элементам (устройствам) присваивают в пределах изделия, а порядковые номера – в пределах одной группы или одного типа элементов (устройств) с одинаковым буквенным позиционным обозначением, начиная с единицы, в последовательности их расположения на схеме сверху вниз в направлении слева направо, например: R1, R2, ..., C1, C2, Указанный порядок присвоения номеров элементам может меняться в зависимости от размещения их в изделии, направления прохо-

Графическое оформление схем

ждения сигналов или функциональной последовательности процесса, а также нарушаться при внесении в схему изменений.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с соответствующим условным графическим обозначением по возможности справа от него или над ним.

На схеме изделия, в состав которого входят несколько устройств, позиционные обозначения элементам присваивают в пределах каждого устройства, а при наличии нескольких одинаковых устройств – в пределах этих устройств по правилам, изложенным ранее.

Если в состав изделия входят функциональные группы, то сначала присваивают позиционные обозначения элементам, не входящим в них. Во всех одинаковых функциональных группах позиционные обозначения элементов повторяют.

Позиционное обозначение устройства указывают сверху или справа от изображения, причем при разнесенном способе его выполнения – около каждой составной части.

На принципиальных схемах следует указывать обозначения электрических контактов или выводов от элементов (устройств), фактически нанесенные на изделие или указанные в его документации (номера контактов реле, штепсельного разъема, номера или обозначения выводов трансформатора и т.п.).

Если ни в конструкции элемента (устройства), ни в его документации обозначения контактов или выводов не указаны, то разрешается присваивать им обозначения на электрической схеме, повторяя их в дальнейшем в соответствующих конструкторских документах. В этом случае делают необходимое пояснение на поле схемы.

При изображении на схеме нескольких одинаковых элементов (устройств) обозначения выводов (контактов) допускается указывать на одном из них, а при разнесенном способе изображения — на каждой составной части элемента или устройства. Для отличия на схеме номеров выводов от прочих цифровых обозначений (например обозначения цепей) допускается записывать их с квалифицирующим символом (ГОСТ 2.710–81).

На принципиальной схеме изображают разъемы, клеммы и другие элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи, и указывают характеристики этих цепей.