**Содержание**

Введение

1. Теоретические основы создания чертежа

2. Реализация изображений

3. Общая характеристика аксонометрических проекций на чертеже

4. Типы соединений. Особенности разъемных и неразъемных

5. Особенности поверхности чертежа

6. Специфика создания сборочного чертежа

7. Сущность и типы схем

Литература

**Введение**

Для того чтобы понять, какой путь прошел современный чертеж с момента его возникновения до наших дней, коротко рассмотрим основные этапы развития инженерной графики и стандартизации.

*Графика* - это способ отображения окружающей нас действительности на плоскости. Графика вмещает в себя множество способов изображения. Рассмотрим два из них: рисунок и чертеж.

*Рисунок* - это графическое изображение, выполненное от руки на глаз, которое дает нам представление только о внешнем виде предмета и не дает представления о внутреннем его устройстве и размерах.

*Чертеж* - это графическое изображение, выполненное при помощи специальных чертежных инструментов и принадлежностей по особым правилам построения изображений, которое дает нам полное представление о внешнем и внутреннем устройстве предмета и о его размерах.

Задолго до того, как люди создали письменность, они научились рисовать окружающие их предметы. Для создания графических изображений на различных этапах развития общества использовались разнообразные материалы и инструменты. Сначала материалом служила земля, стены пещеры, камни, на которых рисунки выцарапывались. Затем использовали бересту, кожу, холст, пергамент, бумагу и другие материалы, на которые изображения наносились чернилами или тушью с помощью гусиного пера. Только в конце XVIII века для построения графических изображений стали применяться карандаши.

Прослеживая путь развития чертежа от древних времен до наших дней, можно выделить два основных его направления: первое - строительные чертежи, по которым строили жилища промышленные здания, мосты и другие сооружения; второе - промышленные чертежи, по которым создавали различные инструменты, приспособления, машины.

Когда возводимые сооружения стали занимать обширные площади, потребовалось участие большого количества людей, возникла необходимость вычерчивать чертежи в уменьшенном виде, на каком-либо материале (коже, холсте, пергаменте). Чертежи выполняли без масштаба, но с размерами, и только в XVIII веке стали применять масштаб.

В период ремесленного производства, когда изделие от начала до конца изготавливалось одним человеком, его форма и размеры определялись самим мастером. Изделия, пользовавшиеся широким спросом - серпы, косы, ножи, дверные запоры и т.д., изготовляли по образцу с применением разметки и шаблонов, которые заменяли собой чертеж с развитием производства на смену мелким ремесленным мастерским приходят крупные мануфактуры, где широко применяется разделение труда. Теперь одно изделие выполняется несколькими мастерами. Появились промышленные чертежи. Сначала они выполнялись без размеров, затем на поле чертежа стали делать надписи, указывающие основные размеры. С развитием техники чертежи усложнялись, и их выполнение требовало более высокой точности исполнения. Стали применять масштабы, проекционную связь, выполняя разрезы, без которых невозможно было понять внутреннее устройство изделия и принцип его работы. Эти чертежи были уже близки к современным чертежам, но на них не было размеров. Они определялись с помощью масштабной шкалы, изображаемой на поле чертежа.

Дальнейшее совершенствование производства, усложнение формы деталей, потребность в более высокой точности их изготовления приводят к совершенствованию чертежа. В конце первой половины XIX века на чертежах стали наносить размеры с помощью выносных и размерных линий. С развитием машинного производства чертеж приобретает значение важного технического документа, содержащего данные не только о форме и размерах детали, но и о чистоте обработки поверхностей, термической обработке и предельные отклонения размеров, т.е. сведения, необходимые для изготовления этой детали.

Во второй половине XVIII века встречаются чертежи, выполненные в наглядном изображении. Это уже зарождение будущей аксонометрии. Талантливым механиком-изобретателем внесшим большой вклад в совершенствование чертежа, был И.П. Кулибин.

В 1798 г. французский ученый Гаспар Монж (1746-1818) опубликовал свой труд «Начертательная геометрия», в котором он обобщил опыт специалистов в изображении пространственных форм на плоскости и показал решения технических задач графическим способом. Так в конце XVIII - начале XIX вв., когда появилась и стала развиваться начертательная геометрия, метод ортогональных проекций получил научное обоснование.

Первый научный труд по начертательной геометрии в России «Основания начертательной геометрии» был написан профессором Я.А. Севастьяновым.

Очень много сделали для развития отечественной технической графики такие ученые, как Н.И. Макаров, Е.С. Федоров, Н.А. Рынин, А.К. Власов, Н.А. Глаголев, Д.И. Каргин, А.И. Добряков Они заложили основу русской графической науки и создали учебно-методическую литературу по инженерной графике.

Большую роль в развитии и совершенствовании теории инженерной графики, методики ее преподавания и в создании учебных пособий сыграли такие отечественные ученые, как И.Г. Попов, С.М. Куликов, А.М. Иерусалимский, Н.А. Попов, В.О. Гордон, В.И. Каменев, Н.Ф. Четверухин.

В период индустриализации в условиях бурного развития всех отраслей народного хозяйства потребовалось создание единой жесткой системы правил и норм выполнения машиностроительных чертежей.

**1. Теоретические основы создания чертежа**

1) Форматы. Чертёжным форматом называют размер конструкторского документа. Листы чертёжной бумаги, как правило, большего по размерам, чем форматы конструкторских документов. Обозначение и размеры основных форматов следующие: *А0 - 1189х841; А1 - 841х594; А2 - 594х420; А3 - 420х297;*

*А4 - 297х210.*При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 210\*148 мм.

Поле формата на котором размещают изображение детали, ограничивают рамкой. Рамку проводят на расстоянии 5мм от верхней, нижней и правой сторон формата и на расстоянии 20мм от левой стороны. Поле шириной 20мм слева предназначено для подшивки чертежей.

2) Масштабы. Масштабом чертежа называют отношение линейных размеров изображения объекта на чертеже к действительным размерам объекта.

Масштабы изображений на чертежах стандартизованы и должны выбираться из следующих рядов:

- масштабы уменьшения: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10 и т.д.

- масштабы увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1 и т.д.

Предпочтителен масштаб 1:1, т.е. изображение в натуральную величину.

3) Линии. Для большей выразительности, наглядности на чертежах применяют различные типы линий:

* Сплошная основная (S) – линия видимого контура, линии контура сечения;
* Сплошная тонкая (S/3…S/2) – линии контура наложенного сечения, линии размерные выносные, линии штриховки, линии- выноски;
* Сплошная волнистая (S/3…S/2) – линии обрыва, линии разграничения вида и разреза;
* Штриховая (S/3…S/2) – линии невидимого контура;
* Штрихпунктирная (S/3…S/2) – линии осевые и центровые, линии сечений (являющиеся осями симметрии для вынесенных или наложенных сечений);
* Штрихпунктирная с двумя точками (S/3…S/2) – линии сгиба на развёртках; линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях;
* Штрихпунктирная утолщённая (S/2…2/3xS) – линии обозначающие поверхности (подлежащие термообработке или покрытию);
* Разомкнутая (S…1.5S) – линии сечения;
* Сплошная тонкая с изломами (S/3…S/2) – линии обрыва.

**Расположение надписей на поле чертежа.** Надписи цифровые и буквенные располагают, как правило, горизонтально и выполняют четким шрифтом. Размещают надписи на поле чертежа обычно над основной надписью. Надписи внутри контура проекций (за исключением размерных чисел) помещают только в случае крайней необходимости. Если по необходимости надпись пересекает линию чертежа, то линию в этом месте прерывают. Если надпись подчеркивают линией или пишут вдоль нее, то между линией и надписью оставляют просвет около 1 мм. В табличных документах (спецификации, ведомости, основные надписи и т. п.) надписи располагают примерно в середине между линиями.

**Основные надписи.** На всех конструкторских документах в правом нижнем углу располагают основную надпись. На листах формата А4 основные надписи располагают вдоль короткой стороны листа.

**Обозначения материалов.** Марки материалов в конструкторских документах указывают в соответствии со стандартами на эти материалы: в графе 3 основной надписи в чертежах деталей, в спецификации или в технических требованиях на поле чертежа - для сборочных единиц. Марки материалов имеют буквенно-цифровые обозначения.

**Графические обозначения материалов.** В сечениях изображаемых деталей, а также в некоторых случаях на видах используют стандартные условные графические обозначения материалов. Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида

материалов и металлов*.* К неметаллическим материаламотносятся также волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением ряда строительных материалов (дерево, камень, бетон).

Расстояние между параллельными линиями штриховки берут от 1 до 10 мм в зависимости от площади штриховки и необходимости ее разнообразить для сечений смежных деталей. Величину шага штриховки выбирают в зависимости от площади сечения: для сечений большой площади - шаг больше, для сечений небольшой площади шаг уменьшают. Шаг штриховки одной и той же детали на всех сечениях в одном масштабе одинаков.

Угол наклона штриховки относительно рамки - 45°.

**2. Реализация изображений**

***1) Виды.*** Для видов, получаемых на основных плоскостях проекций, установлены следующие названия: 1 - вид спереди; 2- вид сверху; 3- вид слева; 4- вид справа; 5 - вид снизу; 6 - вид сзади.

*Главный вид.*Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного вида. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней (главное изображение), давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета.

Предметы следует изображать в функциональном положении или в положении, удобном для их изготовления. Предметы, состоящие из нескольких частей, следует изображать в функциональном положении.

*Дополнительный вид.*Дополнительный вид отмечают на чертеже надписью типа а у связанного с дополнительным видом изображения предмета ставят стрелку, указывающую направление взгляда, с соответствующими буквенными обозначениями.

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят.

*Местный вид.*Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называют местным видом.

Местный вид может быть ограничен линией обрыва, по возможности в наименьшем размере, или не ограничен. Местный вид отмечают на чертеже подобно дополнительному виду.

***2. Разрез*** - изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. Секущую плоскость разреза выбирают так, чтобы можно было наиболее полно показать внутренние формы предмета.

На разрезе показывают, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

*Простые разрезы.*В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций простые разрезы разделяют на: а) *горизонтальные* **(**секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций); б) *вертикальные* **(**секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций); в) *наклонные* (секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого, или секущая плоскость которого не параллельна ни одной из основных плоскостей проекций).

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы могут быть расположены на месте соответствующих основных видов.

*Сложные разрезы.*В зависимости от положения секущих плоскостей различают: а) *ступенчатые* **(**плоскости параллельны); б) *ломаные* (секущие плоскости пересекаются)*.*

При ломаных разрезах секущие плоскости условно повертывают до совмещения в одну плоскость*.* Если совмещенные секущие плоскости окажутся параллельными одной из основных плоскостей проекций, то ломаный разрез допускается помещать на месте соответствующего вида. При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, до которой производится совмещение. Наряду с рассмотренными ступенчатыми и ломаными разрезами применяют сложные разрезы.

При одной секущей плоскости могут быть выполнены два разреза с противоположными направлениями взгляда. В этом случае наносят две встречные стрелки, соответствующие направлениям взгляда, располагая их на одной линии.

*Местный разрез***.** Разрез, служащий для выявления формы предмета лишь в отдельном, ограниченном месте, называют местным.Местный разрез отделяют от вида сплошной волнистой линией. Эта линия не должна совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

*Обозначения разрезов.*На чертежах положение секущей плоскости разреза обозначают разомкнутой линией со стрелками и прописными буквами русского алфавита. Стрелки указывают направление взгляда при проецировании. Над изображением – разрезом делают надпись по типу А – А. Буквы ставят у начала и конца линии сечения, т.е. так, чтобы стрелки размещались между буквой и изображением.

Если секущая плоскость разреза – горизонтальная, фронтальная или профильная – совпадает с плоскостью симметрии предмета, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены другими изображениями, то положение секущей плоскости не обозначают и разрез не надписывают. Разрез, выполненный для симметричных деталей без обозначения секущей плоскости, мысленно относят к соответствующей плоскости симметрии.

***3) Сечение* –** изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы.

Сечения не входящие в состав разреза, разделяют на вынесенные – и наложенные. Вынесенные сечения являются предпочтительными и их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида*.*

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения – сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают.

Для несимметричных сечений линию сечения обозначают разомкнутой линией с указанием стрелками направления взгляда. При этом для вынесенного сечения ее обозначают одинаковыми прописными буквами русского алфавита, а изображение сечения надписывают. Для таких же сечений, наложенных или расположенных в разрыве*,* линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают.

У симметричных сечений ось симметрии указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению, указанному стрелками. Допускается располагать сечение на любом поле чертежа. Секущие плоскости выбирают так, чтобы получить нормальные поперечные сечения*.* Сечения строят вращением нормального поперечного сечения до положения, параллельного какой-либо плоскости проекций.

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному предмету, линию сечения обозначают одной и той же буквой и вычерчивают одно сечение.

Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью.

*Обозначение сечений.*На чертежах сечения обозначают так же, как и разрезы: секущую плоскость – разомкнутой линией со стрелками и буквами, построенное сечение – надписью над ним типа *А–А*. Координатные оси, с помощью которых строят сечение, на чертежах не обозначают.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное и однозначное представление о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

**3. Общая характеристика аксонометрических проекций на чертеже**

Способ аксонометрического проецирования состоит в том, что данная фигура вместе с осями прямоугольных координат, к которым она отнесена в пространстве, параллельно проецируется на некоторую плоскость, принятую за плоскость аксонометрических проекций

При параллельном проецировании, если направление проецирования перпендикулярно аксонометрической плоскости проекций, аксонометрическую проекцию называют прямоугольной, если направление проецирования не перпендикулярно плоскости проекций, аксонометрическую проекцию называют косоугольной.

*1) Изометрическая проекция.* В изометрической проекции все коэффициенты равны между собой, следовательно, при построении изометрической проекции размеры предмета, откладываемые по аксонометрическим осям, умножают на 0,82. Такой перерасчет размеров неудобен. Поэтому изометрическую проекцию для упрощения, как правило, выполняют без уменьшения размеров (искажения) по осям: *х, у, z,* т.е. коэффициент искажения принимают равным 1 (рис. 1). Получаемое при этом изображение предмета в изометрической проекции имеет несколько большие размеры, чем в действительности. Увеличение в этом случае составляет 22%.

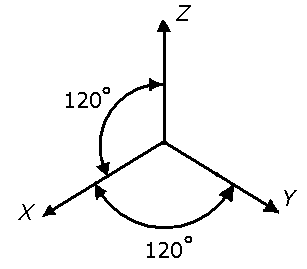


Рис. 1

*2) Диаметрическая проекция.* Коэффициенты искажения в диаметрической проекции по осям *х* и *z* принимают равным 1; по оси *у* коэффициент искажения равен 0,5. По осям *х* и *z* или параллельно им все размеры откладывают в натуральную величину, по оси *у* – размеры уменьшают вдвое. Увеличение в этом случае составляет (рис. 2).

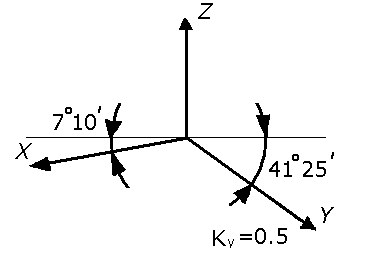


Рис. 2

Аксонометрические изображения окружности. Окружности в аксонометрии изображаются в виде эллипсов, с указанием соответствующих значений величин осей эллипсов для приведенных коэффициентов искажения, равных 1.

Построение аксонометрических изображений деталей. Положение предмета в изометрической и диаметрической проекциях выбирают в зависимости от его форм и соотношения размеров. Так, детали, имеющие продолговатую (удлиненную) форму, выполняют обычно в диметрии. При этом наибольший размер располагают вдоль осей *х* или *z*, по которым размеры не уменьшаются. В диметрии также предпочтительно выполнять детали, поверхности которых ограничены горизонтально проецирующими или фронтально проецирующими плоскостями, расположенными под углом 45° к плоскостям π2 и π1 соответственно, так как эти плоскости в изометрической проекции изображаются в виде вертикальных прямых.

Внутренние формы деталей в аксонометрических проекциях выявляют «вырезом» передней части детали.

**4. Типы соединений. Особенности разъемных и неразъемных**

**Резьбовое соединение –** это соединение деталей с помощью резьбы, обеспечивающее их относительную неподвижность или перемещение одной детали относительно другой. В резьбовом соединении одна из деталей имеет наружную резьбу, другая – внутреннюю.

*Классификация резьб:*

* По расположению: 1)Внутренняя резьба **–** это резьба, образованная на внутренней цилиндрической или конической поверхности. В резьбовом соединении внутренняя резьба является охватывающей поверхностью и носит название «гайки» (гнездо и др.).2)Наружная резьба **–** это резьба, образованная на наружной цилиндрической или конической поверхности. В резьбовом соединении наружная резьба является охватываемой поверхностью, а имеющая ее деталь носит название «болт» (винт и др.).
* По поверхности: 1)Цилиндрическая; 2)Коническая.
* По числу заходов 1)Однозаходная; 2)Многозаходная.
* По направлению: 1)Правая; 2)Левая.
* По профилю: 1)Треугольная; 2)Прямоугольная; 3)Трапециидальная; 4)Круглая; 5)Упорная.
* По величине шага: 1)С мелким шагом; 2)С крупным шагом.
* По назначению: 1)Крепежная (метрические, дюймовые); 2)Ходовая ходовые (трапецеидальные, упорные); 3)Специальная.

*Параметры резьбы:*

* Угол: α – угол между боковыми сторонами профиля; углы наклона боковых сторон профиля β, γ- углы между боковыми сторонами профиля и перпендикуляром к оси резьбы; для резьб с симметричным профилем углы наклона равны половине угла профиля α/2; угол подъема резьбы φ- угол, образованной касательной к винтовой линии в точке, лежащей на среднем диаметре резьбы, и плоскостью, перпендикулярной оси резьбы, наружный диаметр резьбы.
* Шаг резьбы Р – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы;
* Ход резьбы t – расстояние между ближайшими боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы; ход резьбы есть величина относительного осевого перемещения винта (гайки) за один оборот; в однозаходных резьбах ход равен шагу, в многозаходных - произведению числа заходов n на шаг; Рh = Р·n.
* Наружный диаметр d, - диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы;
* Внутренний диаметр d1 - диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или вершины внутренней резьбы;
* Средний диаметр резьбы d2 - диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, образующие которого пересекают профиль резьбы в точках, где ширина канавки равна половине номинального шага резьбы.

Все резьбы, используемые на практике, можно разделить на две группы:

1) стандартные (все резьбы с установленными стандартами параметрами: профилем, шагом, диаметром и соотношениями между' ними). Стандартные резьбы составляют основную массу применяемой резьбы;

2) нестандартные или специальные, например прямоугольная и квадратная резьбы.

Таблица 1 - Типы стандартных резьбы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Обозначение | Геометрические параметры | Пример обозначения |
| 1 | Метрическая | M |  | М20LH  M20x1.5 |
| 2 | Метрическая-коническая | MK |  | MK 40 |
| 3 | Трубная | G |  | G ½  1*"*=25.4 |
| 4 | Трубная-коническая | R-Наруж  Rc-внутр |  | R1 ½ LH |
| 5 | Коническая-дюймовая | K |  | K1*"* |
| 6 | Трапециидальная | Tr |  | Tr20x8(P4) |
| 7 | Упорная | S |  | S80x10 |
| 8 | круглая | Kp |  | Kp12 |

*Стандартная метрическая резьба.*Метрическая резьба является основным типом крепежной резьбы треугольного профиля с углом профиля α=60°. Ее используют также в деталях приборов. Размеры элементов метрической резьбы задают в миллиметрах. Для метрической резьбы в ГОСТ 8724-81 установлены следующие значения шага, мм: 0,075; 0,08; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,225; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2 и далее до 6 через 0,5 мм. Для метрической резьбы общего назначения стандартом установлены диаметры в диапазоне от 0,25 до 600 мм и шаги в указанном выше интервале.

По ГОСТ 8724-81 метрическая резьба диаметром от 1 до 600 мм делится на два типа: с крупным шагом (для диаметров от 1 до 68 мм) и с мелкими шагами (для диаметров от 1 до 600 мм). Каждому диаметру резьбы соответствуют определенные, шаги (крупный и мелкие).

Все стандартные диаметры резьбы разделены на 1, 2 и 3-й ряды. Каждый из них имеет резьбы с крупным и мелким шагами. При этом каждому диаметру резьбы соответствует только один ряд (диаметры резьбы в рядах не повторяются).

*Трубная цилиндрическая резьба.*Эту резьбу используют для соединений в трубопроводах, цилиндрических резьбовых соединениях. Профиль этой резьбы - равнобедренный треугольник с углом а=55°, вершины и впадины профиля закруглены, а в соединении между вершинами и впадинами наружной и внутренней резьб отсутствуют зазоры. Трубная резьба разработана в дюймовой системе (1 дюйм (1")=25,4 мм) и имеет мелкие шаги. Шаг трубной резьбы задают косвенным способом - указывают число ниток резьбы, укладывающихся на 1".Это число ниток стандартизовано в пределах от 28 до 11.

Обозначение размера трубной резьбы имеет особенность, которая заключается в том, что размер резьбы задается не наружным диаметром трубы, на котором нарезается резьба, а величиной внутреннего диаметра трубы. Он называется диаметром трубы «в свету» и определяется как условный проходной размер трубы. Объяснение этой условности состоит в том, что конструктивный расчет трубопроводов ведется по условным проходам трубопроводов, арматуры и соединительных частей.

Например, трубная резьба в 1" нарезается снаружи на трубе, которая имеет внутренний диаметр, равный 1*"* (25,4 мм), размер же наружного диаметра всегда больше диаметра «в свету» на две толщины стенки трубы.

*Трубная коническая резьба.* В соединениях топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов машин широко применяют коническую трубную резьбу, обеспечивающую хорошую герметичность соединений без применения специальных уплотнений.

Конусность поверхностей, на которых нарезают коническую резьбу, обычно равна 1:16. Биссектриса угла профиля перпендикулярна оси резьбы.

Диаметральные размеры конических резьб устанавливают в основной плоскости, которая перпендикулярна оси и отстоит от торца детали с наружной резьбой на расстоянии l, регламентированном стандартами на конические резьбы. В основной плоскости диаметры резьбы равны номинальным диаметрам трубной цилиндрической резьбы.

*Резьба трапецеидальная*(ГОСТ 9484-81). Профиль резьбы - равнобочная трапеция с углом профиля 30° между боковыми сторонами. Стандартизована для диаметров от 10 до 640 мм с шагами от 2 до 48 мм. Для каждого диаметра стандарт предусматривает три различных шага.

*Резьба упорная*. Стандартизована для диаметров от 10 до 600 мм с шагами от 2 до 24мм. Для каждого диаметра резьбы предусмотрены три различных шага. Имеет несимметричный профиль и предназначена для ходовых винтов с большой односторонней нагрузкой (тиски, домкраты, прессы и др.).

**Болтовое соединение***.*В комплект болтового соединения входят следующие крепежные детали (крепежные изделия): болт, гайка, шайба. Указанные крепежные детали имеют различную форму и размеры. При конструировании приборов и машин применяют, как правило, только стандартизованные крепежные детали.

**Болт** представляет собой цилиндрический стержень с резьбой на одном конце и головкой на другом - чаще всего в виде шестигранной призмы. При соединении скрепляемых деталей на резьбу болта навертывается гайка.

Головку болта обрабатывают с торца на конус (этот элемент называют фаской). Фаску выполняют и на стержне для удобства нарезания резьбы и устранения непрочной части крайнего витка. Обозначение диаметра d на чертежах болтов заменяют на обозначение резьбы. Обычно болты применяются для соединения деталей не очень большой толщины (фланцев и др.) и при необходимости частого соединения и разъединения деталей по условиям их эксплуатации.

В зависимости от назначения и условий работы болты выполняют с шестигранными, полукруглыми и потайными головками. На различные формы болтов разработаны и утверждены свои стандарты.

Болты с шестигранными головками получили наибольшее распространение. Их изготавливают нормальной, повышенной и грубой точности, они имеют от трех до четырех вариантов исполнения.

Стандартное условное обозначение болта, которое записывают технической документации и применяют в литературе, содержит основные конструктивные размеры.

**Гайка** - деталь, имеющая отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку. Гайки различают: по форме наружной поверхности, по виду исполнения, по типу резьбы, по точности изготовления.

По форме наружной поверхности гайки выполняют шестигранными, шестигранными прорезными, корончатыми, круглыми, барашковыми и др. По высоте шестигранные гайки различают нормальной высоты, низкие, высокие и особо высокие. Кроме того, гайки выпускают с уменьшенным размером «под ключ». Гайки изготавливают нормальной, повышенной и грубой точности.

По виду резьбы гайки различают с метрической резьбой с крупным или мелким шагом.

Фаску выполняют для срезания острых кромок углов шестигранной призмы, которые могут служить причиной порезов.

Выбор типа гайки зависит от назначения конструкции и условий работы. Указанные сокращенные записи условных обозначений болта и гайки используют при выполнении чертежей в учебном процессе. Их стандартные обозначения содержат также информацию о классах точности и прочности, исполнении, поле допуска резьбы, виде и толщине покрытия, марке стали или сплава.

**Расчет размеров болтового соединения.**

d1 – Внутренний диаметр резьбы, d1=0.85d, d1=0.85\*40=34мм.

d2 – Диаметр отверстия соединяемых деталей, d2=1.1\*d, d2=1.1\*40=44мм.

h – Высота головки болта, h=0.7d, h=0.7\*40=2.8мм.

D – Диаметр вспомогательной окружности, D=2d, D=40\*2=80мм.

S – Размер под ключ, S=1.7d, S=1.7\*40=68мм.

k – Длина выступающей части болта над гайкой, k=0,3d, k=0.3\*40=12мм.

с – Высота фаски, с=0.1d, c=0.1\*40=4мм.

R – Радиус скругления фаски головки болта и гайки, R=1.5d, R=1.5\*40=60мм.

R – По построению.

l – Длина стержня болта, l=b1+b2+H+Sш+k, l=20+30+32+6+12=100мм.

l0 – Длина нарезной части, l0=2d+2P, где Р – шаг резьбы, l0=2\*40+2\*1.5=83мм.

Н – Высота гайки, Н=0,8d, Н=0,8\*40=32мм.

Dш – Диаметр шайбы, Dш=2,2d, Dш=2.2\*40=88мм.

Sш – Толщина шайбы, Sш=0.15d, Sш=0.15\*40=6мм.

Вычислив l, нужно подобрать ближайшую длину болта по ГОСТ 7796-70.

**Сварные соединения.**

Неразъемные соединения сваркой, пайкой и склеиванием широко применяются в технологическом оборудовании, в электронных приборах, радиотехнических устройствах, вычислительной технике, устройствах автоматики и телемеханики.

*Сварка* – процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве либо пластическом деформировании, либо совместным действием того и другого (ГОСТ 2601-84). Способы сварки определяются формой энергии для образования сварного соединения, видом источника энергии, техническими и технологическими признаками.

Детали (или их элементы), соединенные с помощью сварки, образуют сварное соединение.

Сварные швы разделяют на следующие виды:

а) стыковые (детали соединяются торцами), обозначают буквой С;

б) угловые (свариваемые детали образуют угол), обозначают буквой У;

в) тавровые (свариваемые детали образуют форму буквы Т),обозначают буквой Т;

г) внахлестку (кромки свариваемых деталей набегают на другую внахлестку), обозначаются буквой H.

Изображения сварных швов на чертежах стандартизованы в ГОСТ 2.312-72. Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают: 1)Видимый – сплошной основной линией; 2)Невидимый – штриховой линией*.*

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Над полкой (для лицевых швов) или под полкой (для оборотных швов) линии-выноски наносят условное обозначение шва.

**5. Особенности поверхности чертежа**

*Рабочий чертеж* – это конструкторский документ содержащий изображения детали и другую необходимую информацию для изготовления и контроля детали.

Поверхности деталей имеют следы обработки. Неровности, формирующие рельеф поверхности, называют шероховатостью поверхности. Величину шероховатости, а также иногда и направление неровностей для каждой поверхности детали выбирают в зависимости от эксплуатационных (конструктивных), технологических и эстетических требований.

Шероховатость поверхности характеризуется следующими параметрами (ГОСТ 2789-73):

Ra - среднее арифметическое отклонение профиля, мкм;

Rz - высота неровностей профиля по 10 точкам, мкм;

Rmax - наибольшая высота неровностей профиля, мкм;

Sm - средний шаг неровностей, мм;

S - средний шаг неровностей по вершинам, мм;

tp- относительная опорная длина профиля, %, где *р* - числовое значение уровня сечения профиля.

Под шероховатостью поверхности понимают совокупность неровностей на базовой длине, образующих рельеф поверхности.

Базовая длина - длина базовой линии, на которой выделяются неровности, характеризующие шероховатость поверхности, используемая для количественного определения ее параметров.

Среднее арифметическое отклонение профиля R*а -* среднее значение расстояний точек выступов и впадин от средней линии т профиля в пределах базовой длины.

Высота неровностей профиля по 10 точкам *Rz*- среднее расстояние между пятью высшими точками выступов Ηi min и пятью низшими точками впадин в пределах базовой длины l.

Наибольшая высота неровностей профиля Rmax- расстояние между линией выступов и линией впадин профиля в пределах базовой длины l.

Шаг неровностей профиля - длина отрезка средней линии, пересекающего профиль в трех соседних точках и ограниченного двумя крайними точками.

Средний шаг неровностей профиля по вершинам S - среднее арифметическое значение шага неровностей профиля по вершинам в пределах базовой длины.

Средний шаг неровностей профиля Sm - среднее арифметическое значение шага неровностей профиля в пределах базовой длины.

Относительная опорная длина профиля *tр* - отношение опорной длины профиля к базовой длине.

Шероховатость поверхности классифицируется по числовым значениям параметров *Ra* и *Rz.*

Стандартом предусмотрены варианты записи параметров шероховатости: диапазоны значений, номинальные значения с предельными отклонениями двух и более параметров одновременно.

На полке знака и под ней делают записи, если это необходимо; при их отсутствии применяют знак без полки.

Толщина знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, применяемой на чертеже. Размеры цифр, характеризующие значение параметров шероховатости, и шрифта словесной надписи на поле знака должны соответствовать размеру чисел на изображении детали.

Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах деталей или сборочных единиц располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

Допускается при недостатке места располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или на их продолжении, а также разрывать выносную линию.

Обозначение шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа.

При указании одинаковой шероховатости поверхности для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображении не наносят. Размеры и толщина линий знака в этом обозначении должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, наносимых на изображении.

Если часть поверхностей изделия имеют одинаковую шероховатость поверхности, то их обозначение помещают в верхнем правом углу с добавлением знака.

**6. Специфика создания сборочного чертежа**

*Сборочный чертеж* изделия или сборочной единицы содержит их изображения и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля. Изображение сборочного чертежа должно давать представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, обеспечивающее возможность сборки и контроля изделия или сборочной единицы. На сборочном чертеже нет необходимости выявлять форму всех деталей, поэтому на нем может быть значительно меньше изображений, чем на чертеже общего вида. Количество сборочных чертежей при разработке рабочей документации должно быть минимальным, но достаточным для рациональной организации производства (сборки и контроля) изделий.

На сборочных чертежах указывают размеры, их предельные отклонения и другие параметры и требования, которые выполняют и контролируют по данному сборочному чертежу, а также габаритные размеры изделия, установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

Сборочный чертеж выполняют, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД. На сборочном чертеже допускается не показывать:

а) фаски, округления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;

б) зазоры между стержнем и отверстием;

в) крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают надпись, например, *Крышка поз. 3 не показана;*

г) видимые составные части изделий и их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;

д) надписи на табличках, фирменных бланках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные. Но допускается на сборочных чертежах составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами (деталями), изображать как видимые, например: шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т.п.

Части изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти части изделия и определяемой осевыми линиями сечения витков.

На сборочных чертежах применяют упрощенные изображения составных частей изделий. На разрезах изображают нерассеченными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи.Только внешними очертаниями показывают типовые, покупные и другие широко применяемые изделия. Внешние очертания, как правило, упрощают, не изображая мелких выступов, впадин и т.п.

Сварное, паяное, клеёное и тому подобное изделие из однородного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями изделия сплошными основными линиями.

Номера позиций*.*На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций в спецификации.

При нумерации сборочных чертежей в конце буквенно-цифрового обозначения указывают буквы СБ.

*Спецификация.*Состав сборочной единицы определяет спецификация. Она необходима для изготовления, комплектования конструкторской документации и планирования запуска в производство изделий. Спецификации в общем случае состоят из разделов, которые располагают в такой последовательности: документация; комплексы; сборочные единицы; детали; стандартные изделия; прочие изделия; материалы; комплекты. Наличие тех или иных разделов определяется составом специфируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе *Наименование* и подчеркивают.

При заполнении разделов *Стандартные изделия, Прочие изделия, Материалы* руководствуются следующими требованиями.

В разделе *Стандартные изделия* записывают вначале изделия, примененные по государственным стандартам, затем по республиканским стандартам, далее по отраслевым стандартам и по стандартам предприятия (для изделий вспомогательного производства).

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, крепежные изделия, подшипники, электротехнические изделия и т.п.). В пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел *Прочие изделия* вносят изделия, примененные по техническим условиям, за исключением стандартных. Запись изделий производят по однородным группам; в пределах группы - в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел *Материалы* вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Их записывают по видам в такой последовательности: 1)металлы черные; 2)металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные; 3)металлы цветные, благородные и редкие; 4)кабели, провода и шнуры; 5)пластмассы и пресс-материалы; 6)прочие материалы.

В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования - по возрастанию размеров или других технических параметров.

В разделе *Материалы* не записывают материалы, необходимое количество которых не может быть определено конструктором по размерам элементов изделия и вследствие этого устанавливается технологом. К таким материалам относятся, например, лаки, краски, клей, смазки, замазки, припои, электроды. Указание о применении таких материалов дают в технических требованиях на поле чертежа.

**Графы спецификации заполняют следующим образом:**

В графе *Формат* указывают формат документов. Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют «звездочку», а в графе *Примечание* перечисляют все форматы в порядке их увеличения. Для документов, записанных в разделах *Стандартные изделия, Прочие изделия* и *Материалы,* графу не заполняют. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают: БЧ.

В графе *Зона* указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части (при разбивке поля чертежа на зоны по ГОСТ 2.104-68).

В графе *Поз.* указывают порядковые номера составных частей.

В графе *Обозначение* указывают обозначения записываемых

конструкторских документов. В разделах *Стандартные изделия, Прочие изделия, Материалы* графу не заполняют.

В графе *Наименование* указывают: в разделе *Документация* - только наименование документов, например: *Сборочный чертеж, Габаритный чертеж, Технические условия;*

В остальных разделах - наименования изделий в соответствии с основной надписью или установленные наименования и обозначения.

Для записи ряда однотипных изделий или материалов допускается общую часть наименования изделий или материалов с обозначением документа записывать на каждом листе спецификации один раз в виде общего наименования (заголовка). Под общим наименованием записывают для каждого из указанных изделий и материалов только их параметры и размеры. Если параметры или размеры изделия обозначают только одним числом или буквой, то запись производят следующим образом: *Шайба ГОСТ 18123-82; Шайба 3; Шайба 4* и т.д.

В графе *Кол.* указывают: для составных частей - количество на одно изделие; в разделе *Материалы* - общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

После каждого раздела спецификации оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей. Полезно резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Допускается совмещать спецификацию со сборочным чертежом, или оформлять на отдельных листах формата А4 с основной надписью формы 2 на первом листе, и с основной надписью формы 2а на последующих листах.

**7. Сущность и типы схем**

*Схема* – Это конструкторский документ, на котором в виде условных графических изображений показаны составные части изделия и связи между ними.

Наименование схем определяют их видом и типом. Наименование комбинированной схемы определяют в зависимости от сочетания видов схем и типа схемы (например, схема гидропневматическая принципиальная).

Наименование объединенной схемы определяют видом схемы и сочетанием типов схем (например, схема электрическая соединений и подключения).

Схемам присваивают код, состоящий из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы.

*Вид схемы* обозначают следующими буквами: Э – электрическая;

Г – гидравлическая; П – пневматическая; X – газовая (кроме пневматической); К – кинематическая; В – вакуумная; Л – оптическая; Р – энергетическая;

Е – деления изделия на составные части; С – комбинированная.

*Тип схемы* обозначают цифрами: 1 – структурная; 2 – функциональная;

3 – принципиальная (полная); 4 – соединений (монтажная); 5 – подключения;

6 – общая; 7 – расположения; 0 – объединенная.

*Общие правила оформления схем.* Номенклатура схем на изделие устанавливается в зависимости от особенностей изделия. Число типов схем должно быть минимальным, но они должны содержать достаточно информации для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия.

В комплекте конструкторских документов на изделие между схемами должна быть установлена однозначная связь, дающая возможность быстро отыскать одни и те же элементы, связи или соединения на всех схемах данного комплекта.

Схемы выполняют на одном или более листах бумаги предпочтительно основного формата по ГОСТ 2.301-68\* и ГОСТ 2.004-79.

Допускается выполнять схему определенного вида и типа на нескольких листах, оформляя каждый последующий лист как продолжение предыдущего, или оформляя каждый лист как самостоятельный документ, чтобы получить совокупность схем одного и того же вида и типа. В последнем случае допускается указывать в наименовании схемы название функциональной цепи или группы. Каждой такой схеме присваивают обозначение по ГОСТ 2.201-80 как самостоятельному конструкторскому документу и, начиная со второй схемы, в обозначении к коду схемы добавляют через точку арабскими цифрами порядковые номера.

На первом листе схемы над основной надписью помещают оформленный в виде таблицы перечень элементов, входящих в схему. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. При необходимости продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

Таблицу перечня элементов заполняют сверху вниз.

В графе *«Поз. обозначение»* указывают позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп.

В графе *«Наименование»* указывают: для функциональной группы - наименование; для элемента (устройства) – его наименование и обозначение документа, на основании которого этот элемент (устройство) применен (основной конструкторский документ, государственный стандарт, отраслевой стандарт, технические условия).

В графе *«Примечание»* следует указывать технические данные, не содержащиеся в наименовании элемента (устройства).

Допускается при необходимости вводить в перечень элементов дополнительные графы, если они не нарушают запись и не дублируют сведений в основных графах.

Если поле схемы разбивают на зоны, то перечень элементов дополняют графой «Зона», располагаемой перед - графой «Лоз. обозначение\*».

Перечень элементов может быть выпущен в виде самостоятельного документа на листах формата А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-68\* (формы 2 и 2а). В этом случае код состоит из буквы П и кода схемы, к которой выпускается перечень.

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

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

Расположение условных графических обозначений элементов и линий связи на схеме должно обеспечивать полное представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей. При соблюдении этого условия допускается располагать элементы на схеме в том же порядке, в каком они расположены в изделии.

В схемах применяют следующие условные графические обозначения: установленные стандартами ЕСКД и построенные на их основе; выполненные в виде упрощенных внешних контуров (в том числе аксонометрических); прямоугольники; нестандартизованные графические обозначения.

При использовании в схемах нестандартизованных условных графических обозначений и упрощенных внешних очертаний на свободном поле схемы приводят соответствующие пояснения.

Стандартизованные условные графические обозначения элементов должны иметь размеры, указанные в соответствующих стандартах, или быть такой же величины, какой они изображены в стандарте (если размеры обозначения в стандарте отсутствуют). На всех схемах данного вида изделия размеры условных графических обозначений и толщины их линий должны быть одинаковыми. Допускается условные графические обозначения пропорционально увеличивать, если необходимо в них вписывать поясняющие знаки, или уменьшать, если схема выполняется на листах небольшого формата. Толщина линий связи и линий условного графического обозначения одинакова и выбирается от 0,2 до 1,0 мм. Оптимальная толщина 0,3 – 0,4 мм.

Линии связи должны состоять из вертикальных и горизонтальных отрезков, иметь минимальное число пересечений и изломов. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

Линии связи, как правило, показывают полностью. Допускается обрывать линии связи, если они затрудняют чтение схемы. В этом случае линии связи заканчивают стрелками, около которых указывают места обозначения прерванных линий или необходимые характеристики.

Каждый элемент схемы должен иметь буквенное, буквенно-цифровое или цифровое обозначение. Обозначения элементов устанавливаются государственными стандартами, предусматривающими правила выполнения схем конкретных видов, или отраслевыми стандартами. Буквенное обозначение представляет собой сокращенное наименование элемента, составленное из его начальных или характерных букв. В буквенно-цифровом обозначении после букв проставляется порядковый номер элемента, который устанавливается в пределах группы элементов (устройств) с одинаковым буквенным позиционным обозначением.

Обозначения проставляют рядом с элементами: справа от них или над ними. Буквы и цифры выполняют одним номером шрифта.

Буквенные и буквенно-цифровые позиционные обозначения заносят в перечень элементов в алфавитном порядке – по группам. В пределах каждой группы с одинаковым позиционным обозначением элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. Цифровые обозначения записывают в перечень в порядке возрастания номеров.

В перечне элементов между отдельными группами элементов, а при большом числе элементов внутри групп и между отдельными элементами допускается оставлять свободные строки (для внесения изменений).

**Литература**

1. А.А. Чекмарёв «Инженерная графика» Учеб. для специальных вузов - М.: Высшая школа 1988 – 335 с.

2. И.С. Вышнепольский, В.И. Вышнепольский «Машиностроительное черчение» Учебник для профессионального-технических училищ. М.: Машиностроение, 1983. – 224 с.

3. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. «Инженерная графика»: Учебник. - 2-е изд., испр. и доп». М.: Высш. шк.; Издательский центр «Академия», 2000. - 288 с.