**Практическое занятие 13**

**Тема: Соединения**

Цель занятия: Изучить виды соединений, их изображение и обозначение.

Теоретическая часть. Соединение - совокупность  сборочных операций по соединению деталей различными способами (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.).

|  |
| --- |
|  |

По конструкции и условиям эксплуатации соединения деталей могут быть разделены на подвижные и неподвижные.

Соединение неподвижное - соединение деталей, обеспечивающее неизменность их взаимного положения при работе. Например, сварные, соединения с помощью крепежных изделий и др. Соединение подвижное - соединение, при котором детали имеют возможность относительного перемещения в рабочем состоянии. Например, зубчатое соединение.

В зависимости от возможности демонтажа соединения подразделяются на разъемные и неразъемные.

Соединение разъемное - соединение, которое можно многократно разъединять и соединять, не деформируя при этом ни соединяемые, ни крепежные детали. Например, резьбовое, соединение болтом, винтом, клиновое, шпоночное, зубчатое, и др.

Соединение неразъемное - соединение, которое нельзя разъединить без нарушения формы деталей или их соединяющего элемента. Например, соединение сварное, паяное, заклепочное и др.

|  |
| --- |
|  |

Резьбовое соединение - соединение деталей при помощи резьбы.

Резьба - чередующиеся выступы и впадины на поверхности тела вращения, расположенные по винтовой линии; применяется как средство соединения, уплотнения или обеспечения заданных перемещений деталей машин, механизмов, приборов, аппаратов, сооружений (рисунок 1).

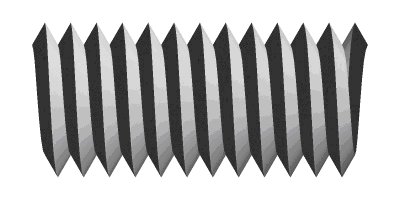


Рисунок 1

|  |
| --- |
| Основные параметры резьбы. |

**Виток резьбы** - часть резьбы, образованной при одном повороте профиля вокруг оси вращения (рисунок 2).

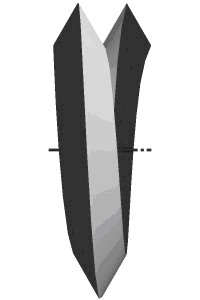
****

Рисунок 2 - Виток резьбы

Наружный диаметр резьбы (*d*) - диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или вписанного во впадины внутренней резьбы (рисунок 3).

Номинальный диаметр резьбы - диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении.

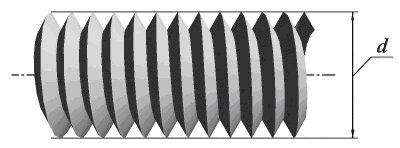


Рисунок 3 - Наружный диаметр резьбы

Внутренний диаметр резьбы (*d1*) - диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или описанной вокруг вершин внутренней резьбы (рисунок 4).

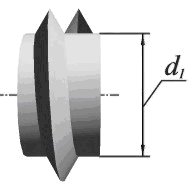


Рисунок 4 - Внутренний диаметр резьбы

Профиль резьбы - плоская фигура, получаемая в плоскости, проходящей через ось резьбы.

Высота профиля (*H*) - радиально измеренная высота основного расчетного теоретического профиля (высота исходного треугольного профиля), общего для резьбы на стержне и в отверстии.

Угол профиля- угол между боковыми сторонами профиля, измеренный в осевой плоскости резьбы (рисунок 5).

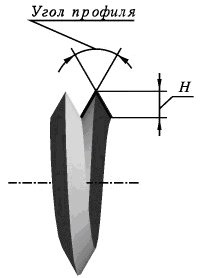


Рисунок 5 - Профиль резьбы

Шаг резьбы (*P*) - расстояние между соседними одноименными точками профиля в направлении, параллельном оси резьбы той же винтовой поверхности (рисунок 6).

Ход резьбы - это расстояние  по  линии,  параллельной  оси  резьбы,  между  исходной  средней  точкой  на  боковой  стороне  резьбы  и  средней  точкой,  полученной  при  перемещении  исходной  по  винтовой  линии  на  угол  360°, в однозаходной резьбе ход равен шагу, в многозаходной - произведению шага на число заходов n: Ph = nP (рисунок 6).

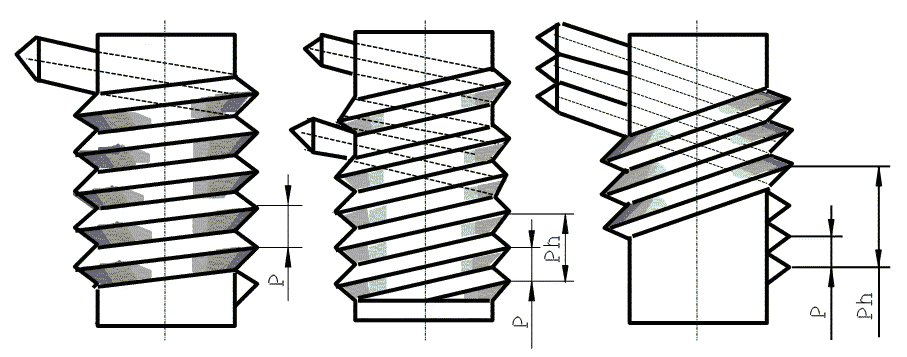


Рисунок 6 - Основные параметры резьбы

Рабочая высота профиля (*h*) - наибольшая высота соприкосновения сторон профиля резьбовой пары, измеренная радиально (рисунок 7).

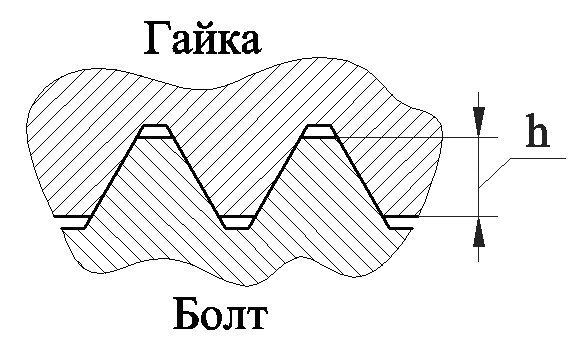


Рисунок 7 - Рабочая высота профиля

Длина свинчивания (*L*) - длина участка взаимного перекрытия наружной и внутренней резьб в осевом направлении.

|  |
| --- |
| Классификация резьб |

Для классификации резьбы используются следующие основные признаки (рисунок 8):

- форма профиля;

- форма поверхности, на которой выполнена резьба;

- расположение резьбы;

- величина шага;

- число и направление заходов;

- эксплуатационное назначение.



Рисунок 8 - Классификация резьб

Резьба метрическая

Профиль резьбы установлен ГОСТ 9150-81 и представляет собой треугольник с углом при вершине 60о(рисунок 9).

Это основной вид крепежной резьбы, предназначенной для соединения деталей непосредственно друг с другом или с помощью стандартных изделий, имеющих метрическую резьбу, таких как болты, винты, шпильки, гайки.

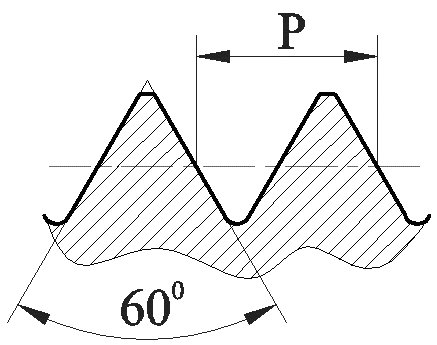


Рисунок 9 - Профиль метрической резьбы

Основные элементы и параметры ее задаются в миллиметрах (ГОСТ 24705-81).

Согласно ГОСТ 8724-81 метрические резьбы выполняются с крупным и мелким шагом на поверхностях диаметров от 1 до 68 мм - свыше 68 мм резьба имеет только мелкий шаг, при чем мелкий шаг резьбы может быть разным для одного и того же диаметра, а крупный имеет только одно значение. Крупный шаг в условном обозначении резьбы не указывается. Например: для резьбы диаметром 10 мм крупный шаг резьбы равен 1,5 мм, мелкий - 1,25; 1; 0,75; 0,5 мм.

Примеры условного обозначения:

М18 - резьба метрическая наружная номинальный диаметр 18 мм шаг крупный, поле допуска    резьбы 6g;

М18х0,5 -  резьба метрическая наружная номинальный диаметр 18 мм, шаг мелкий Р=0,5;

М18LH- резьба метрическая наружная номинальный диаметр 18 мм шаг крупный, левая;

М18-6Н резьба метрическая внутренняя номинальный диаметр 18 мм шаг крупный.

**Трубная цилиндрическая резьба**

В соответствии с ГОСТ 6367-81 трубная цилиндрическая резьба имеет профиль дюймовой резьбы, т. е. равнобедренный треугольник с углом при вершине, равным 55°( рисунок 10).

Резьба стандартизована для диаметров от 1/16" до 6" при числе шагов *z*от 28 до 11. Номинальный размер резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы (к величине условного прохода). Так, резьба с номинальным диаметром 1 мм имеет диаметр условного прохода 25 мм, а наружный диаметр 33,249 мм.

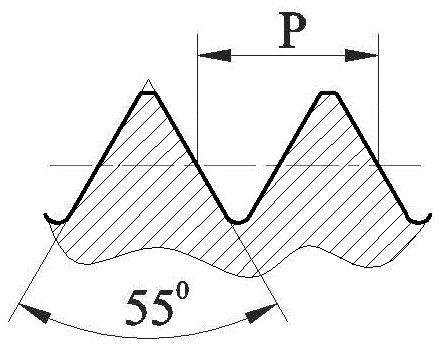


Рисунок 10 - Профиль трубной цилиндрической резьбы

Примеры условного обозначения:

G11/2-А  резьба трубная цилиндрическая,11/2 условный проход в дюймах, класс точности А;

G11/2LH-B-40 резьба трубная цилиндрическая,11/2 условный проход в дюймах, левая, класс точности В, длина свинчивания 40 мм.

**Резьба трапецеидальная**

Резьба с профилем в виде равнобочной трапеции с углом 30о (рисунок 11). Применяется для передачи возвратно-поступательного движения или вращения в тяжело нагруженных подвижных резьбовых соединениях. Часто используется при изготовлении ходовых винтов, согласно ГОСТ 24738-81 выполняется на поверхностях диаметров от 8 до 640 мм.

Трапецеидальная резьба может быть *однозаходной* (ГОСТ 24738-81, ГОСТ 24737-81) и *многозаходной* (ГОСТ 24739-81). ГОСТ 9484-81 устанавливает профиль трапецеидальной резьбы.

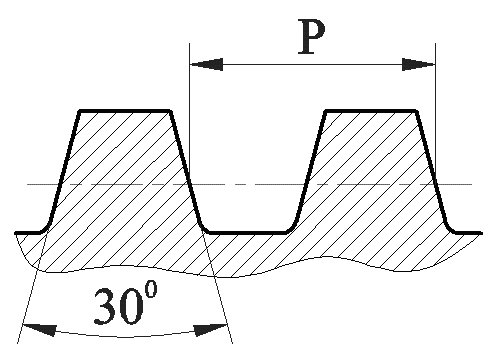


Рисунок 11 - Профиль трапецеидальной резьбы

Пример условного обозначения:

*Tr40х6* - трапецеидальная однозаходная резьба с наружным диаметром 40 мм, шагом 6 мм.

**Резьба упорная**

Резьба с профилем в виде неравнобочной трапеции с углом рабочей стороны 3о и нерабочей - 30о (рисунок 12). Упорная резьба, как и *трапецеидальная*, может быть *однозаходной* и *многозаходной*. Выполняется на поверхностях диаметров от 10 до 640 мм (ГОСТ 10177-82). Применяется для передачи больших усилий, действующих в одном направлении: в домкратах, прессах и т.д.

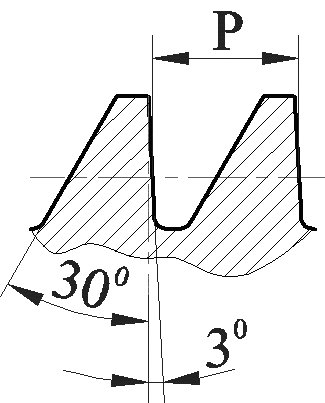


Рисунок 12 - Профиль упорной резьбы

Пример условного обозначения:

S80Х10 - упорная однозаходная резьба с наружным диаметром 80 мм, шагом 10 мм;

S80Х20(P10) - упорная многозаходная резьба с наружным диаметром 80 мм, величина хода 20 мм, шаг 10 мм

**Резьба прямоугольная (квадратная)**

Резьба с прямоугольным (или квадратным) нестандартным профилем, поэтому все ее размеры указываются на чертеже. Применяется для передачи движения тяжело нагруженных подвижных резьбовых соединений. Обычно выполняется на грузовых и ходовых винтах (рисунок 13).

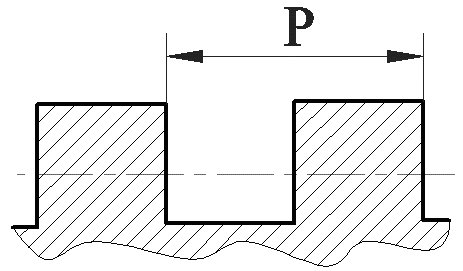


Рисунок 13 - Профиль прямоугольной резьбы

**Резьба круглая**

Резьба с круглым профилем (ГОСТ 9484-81) (рисунок 14). Обладает сравнительно большим сроком службы и повышенным сопротивлением при значительных нагрузках. Применяется для часто свинчиваемых соединений (шпиндели, вентили и т.д.), работающих в загрязненной среде, а также для тонкостенных деталей с накатанной или штампованной резьбой, например, цоколь электролампы.

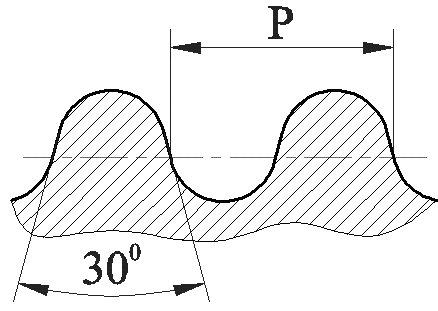


Рисунок 14 - Профиль круглой резьбы

Пример условного обозначения:

Rd16 - круглая резьба с наружным диаметром 16 мм.

Если резьба круглая применяется в соединениях санитарно-технической арматуры, то обозначение будет следующим: Кр12х 2,54 ГОСТ 13536-68.

|  |
| --- |
| Изображение резьбы |

ГОСТ 2.311-68 устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах.

Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями - по внутреннему диаметру.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте (рисунок 15).

Расстояние  между  тонкой  линией  и  сплошной  основной  принимают  в  пределах  не  менее  0,8 мм  и  не  больше  шага  резьбы  Р.

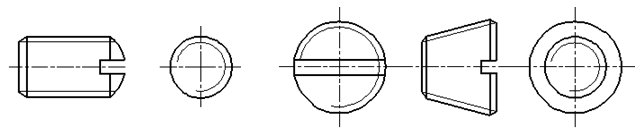


Рисунок 15 - Изображение резьбы на стержне

Резьбу в отверстиях (рисунок 16) изображают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями  - по наружному диаметру.

  На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте.

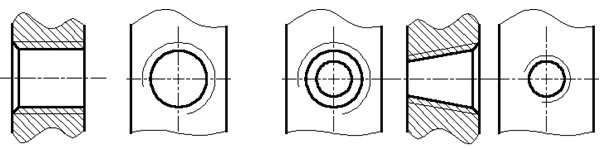


Рисунок 16 - Изображение резьбы в отверстии

Резьбу, показываемую как невидимую (рисунок 17), изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и по внутреннему диаметру.

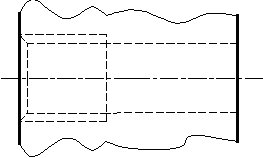


Рисунок 17 - Изображение невидимой резьбы

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображены как невидимая (рисунки 18, 19).

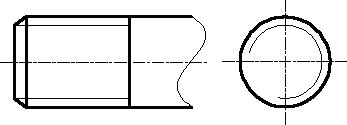


Рисунок 18 - Изображение границы резьбы

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержнях и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рисунок 19).

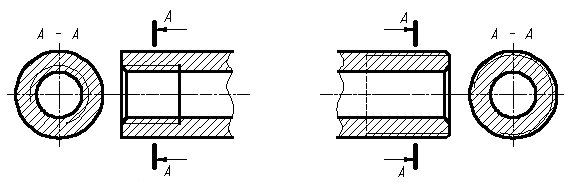


Рисунок 19 - Изображение резьбы в разрезе

Допускается изображать недорез резьбы, как показано на рисунке 20.

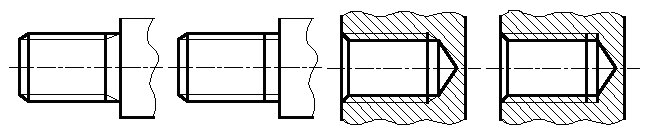


Рисунок 20 - Изображение недореза резьбы

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рисунках, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы (рисунок 21).



Рисунок 21 - Упрощение в изображении резьбы

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси стержня  или отверстия, не изображают (рисунок 18). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски.

На разрезах резьбового соединения в изображениях на плоскости параллельной к его оси, в отверстии показывается только часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рисунок 22).

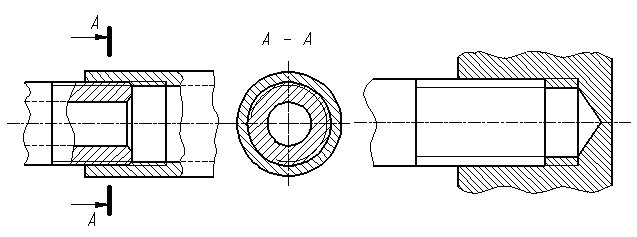


Рисунок 22 - Разрез резьбового соединения

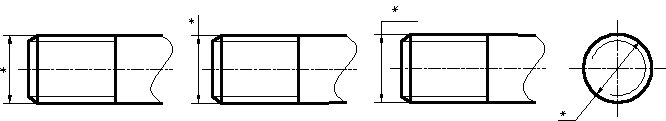


Рисунок 23 - Обозначение наружной резьбы

Обозначение резьб указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру, как показано на рисунках 25 и 26 .

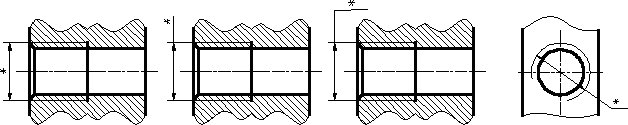


Рисунок 24

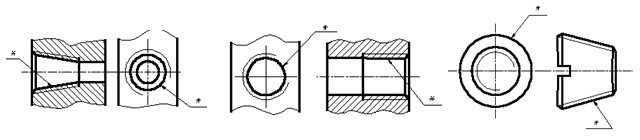


Рисунок 25

|  |
| --- |
| Упрощенные изображения крепежных деталей |

ГОСТ 2.315-79  устанавливает упрощенные и условные изображения крепежных деталей на сборочных чертежах и чертежах общего вида. Форму изображения выбирают в зависимости от назначения и масштаба.

Крепёжные детали, у которых на чертеже диаметры стержней равны 2 мм и менее, изображают условно. Размер изображения должен давать полное представление о характере соединения. В таблице 1 представлены упрощенные изображения некоторых стандартных крепежных изделий.

Таблица 1 – Упрощенное изображение стандартных крепежных изделий

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Упрощенное изображение |
| **Болты:** |  |
| с квадратной головкой | http://grafika.stu.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/004/000.files/image003.gif |
| **Винты:** |  |
| с полукруглой головкой | http://grafika.stu.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/004/000.files/image014.gif |
| с цилиндрической головкой | http://grafika.stu.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/004/000.files/image015.gif |
| с цилиндрической головкой и сферой | http://grafika.stu.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/004/000.files/image016.gif |
| с полупотайной головкой | http://grafika.stu.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/004/000.files/image022.gif |
| **Гайки:** |  |
| шестигранные | http://grafika.stu.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/004/000.files/image030.gif |
| гайки-барашки | http://grafika.stu.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/004/000.files/image032.gif |

Сварные соединения деталей являются наиболее совершенными неразъемными соединениями. Прочность сварных соединений при статических и ударных нагрузках доведена до прочности деталей из целого металла. Освоена сварка всех конструкционных сталей, включая высоколегированные, цветных сплавов и пластмасс.

Сварочная сборная единица представляет собой неразъёмное соединение двух или нескольких деталей, выполненное с помощью сварки.

**Сваркой** называется процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого (ГОСТ 2601-84).

|  |
| --- |
| Классификация методов сварки |
|  |

Существует более 60-ти способов сварки, которые можно классифицировать по следующим признакам (рисунок 25):

- ***сварка плавлением,*** при которой материал в месте соединения расплавляется (дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменная, световая, газовая и др);

- ***сварка с применением давления,***при которой материал в месте соединения нагревается и пластически деформируется (контактная, высокочастотная, газопрессовая, трением и др.);

- ***сварка давлением,***при которой материал в месте соединения деформируется без нагрева (холодная, взрывом и др.).

Также различают сварку по:

- ***виду используемого источника энергии*** - дуговую, газовую, электронно-лучевую лазерную и др.;

- ***способу защиты материала*** - под флюсом, в защитных газах, вакууме и др.;

- ***степени механизации*** - ручную, полуавтоматическую и автоматическую.

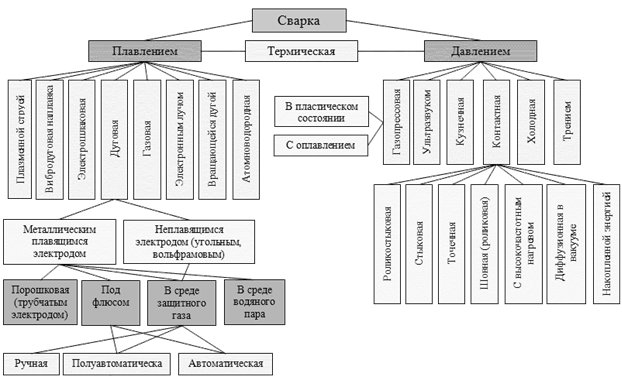


Рисунок 25 - Классификация методов сварки

В сварочном производстве, как правило, применяют стандартные сварные швы, конструктивные элементы которых регламентируются ГОСТами в зависимости от геометрических параметров свариваемых элементов и способа сварки, который в свою очередь определяется химическим составом свариваемых материалов, прочностными и эксплуатационными требованиями к соединению.

По взаимному расположению соединяемых элементов различают сварные соединения стыковые, нахлесточные, угловые, тавровые, с накладками и др. (рисунок 26).

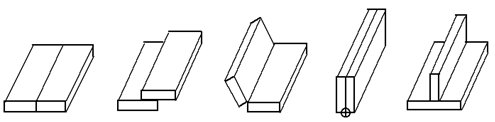


Рисунок 26 - Типы сварных соединений

**Сварной шов** - участок сварного соединения, непосредственно связывающий свариваемые элементы. При сварке плавлением шов образуется в результате кристаллизации сварочной ванны, при сварке давлением - в результате диффузии.

Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, условно изображают:

***видимый*** - сплошной основной линией;

***невидимый*** - штриховой линией.

На рисунке 27 представлено графическое изображение сварных швов.

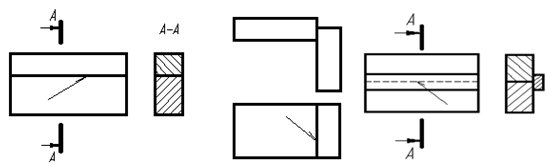


Рисунок 27 - Пример изображение сварных швов

Сварной шов обозначается линией-выноской, заканчивающейся односторонней стрелкой.

При наличии на чертеже швов, выполненных по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа. Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рисунок 28 а) и под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рисунок 28 б).

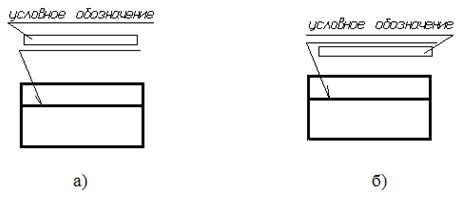


Рисунок 28 - Условное обозначение шва

На рисунке 29  приведен пример условного обозначения шва таврового соединения без скоса кромок, двустороннего прерывистого с шахматным расположением, выполняемого дуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся металлический электродом по замкнутой линии. Катет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм.

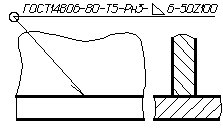


Рисунок 29 - Пример условного обозначения шва

Клеевое соединение деталей – это неразъёмное соединение деталей машин, строительных конструкций, мебели, изделий лёгкой промышленности и др., осуществляемое с помощью клея.

Клеевое соединение позволяет скреплять различные, в том числе и разнородные материалы, обеспечивая равномерное распределение напряжений.

Клеевое соединение используют при изготовлении изделий из стали, алюминия, латуни, текстолита, гетинакса, стекла, фанеры, древесины, ткани, пластмассы, резины и др. материалов, которые можно соединять в различных сочетаниях. При монтаже оборудования и строительстве сооружений клеевые соединения могут заменять сварку, клёпку и др.

Паяное соединение деталей – это неразъемное соединение деталей, полученных с помощью пайки.

**Пайка** - это процесс соединения материалов, находящихся в твёрдом состоянии, расплавленным припоем.

При пайке происходят взаимное растворение и диффузия основного материала и припоя, который заполняет зазор между соединяемыми частями изделия. В результате пайки получают неразъёмные соединения в изделиях из стали, чугуна, стекла, графита, керамики, синтетических и др. материалов.

Многочисленные способы пайки классифицированы государственными стандартами по средствам нагрева, условиям заполнения зазора, методам очистки поверхности, образованию шва и др.

Наиболее распространена пайка металлов, которую условно делят на пайку твёрдыми и мягкими припоями. При пайке твёрдыми припоями нагрев мест пайки осуществляют газовыми горелками, электрической дугой, токами высокой частоты в муфельных, туннельных и др. печах. Пайка мягкими припоями производят паяльниками, газовыми горелками, погружением в ванны с расплавленным припоем и др.

**Условное обозначение паяных и клееных соединений**

Для обозначения паяного и клееного соединения (рисунок 30) следует применять условный знак, который наносят на линии - выноске сплошной основной линией.



Рисунок 30 - Условные знаки обозначения паяных и клееных соединений

Пример изображения и обозначения паяного соединения представлен на рисунке 31.

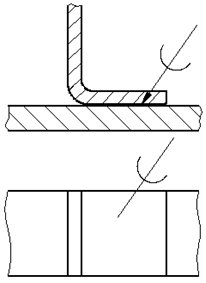


Рисунок 31 - Паяное соединение

Заклепочное соединение деталей – это неразъемное соединение деталей при помощи заклепок (рисунок 32). Применяется в конструкциях, работающих в условиях ударных и вибрационных нагрузок, при небольших толщинах соединяемых деталей, для скрепления деталей из разных материалов, деталей из несвариваемых и не допускающих нагрева материалов.

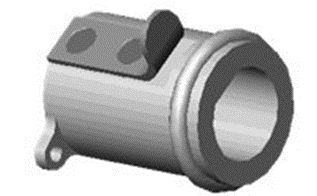
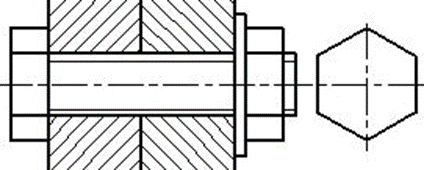
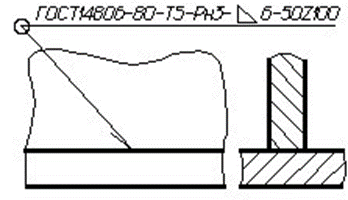


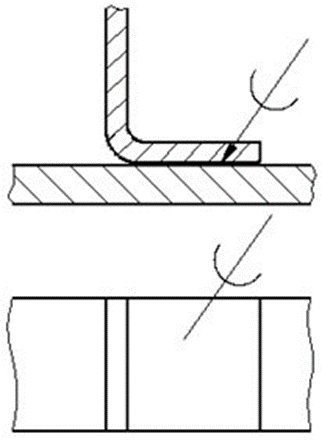
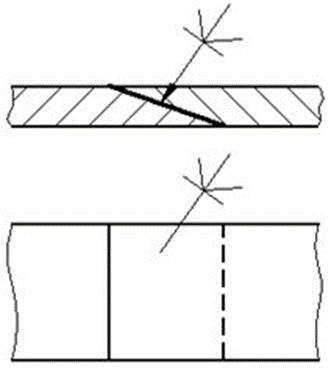
Рисунок 32 - Заклепочное соединение

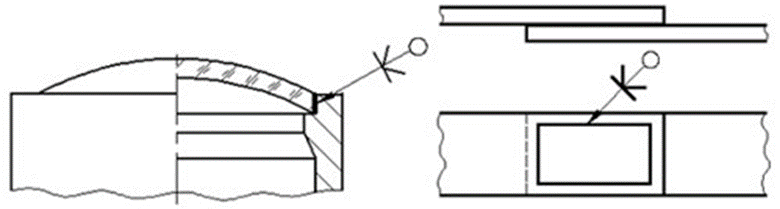
Задание:

1. На листе формата А3 выполнить внутреннюю рамку и основную надпись по форме 1в правом нижнем углу вдоль длинной стороны формата.

2. На свободном поле чертежа равномерно расположить примеры разъемного и неразъемного соединения. Размеры изображений выбрать самостоятельно.



3. В основной надписи в графе номер 1 выполнить надпись «Соединения».

4. Письменно ответить на контрольные вопросы на оборотной стороне работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие бывают соединения?

2. Что относится к неразъемным соединениям?

3. Что относится к разъемным соединениям?

4. Что называется сваркой?

5. Что называется пайкой?

6. Как обозначается сварка на чертеже?

7. Какие параметры характеризуют резьбу?

8. Расшифруйте условное обозначение G ¾LH-B-40; М 20 х1, 25LH.