

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский
государственный морской технический университет»
(СПбГМТУ)

Кафедра компьютерной графики
и информационного права

Л.И. Беляева, О.В. Говорова, С.А. Дмитриев, М.К. Лисовский

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Методические указания и задания
к контрольной работе №2
часть 1

Санкт-Петербург
2015

Методические указания предназначены для студентов инженерных специальностей заочного факультета Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, выполняющих контрольные задания в рамках дисциплины «Инженерная графика», «Компьютерное моделирование» и «Инженерная и компьютерная графика». Методические указания предназначены для освоения основных приемов создания конструкторской документации с использованием виртуальных моделей и сборочных узлов в КОМПАС 3D.

Беляева
Людмила Ивановна
Горова
Ольга Васильевна
Дмитриев
Сергей Александрович
Лисовский
Михаил Константинович

Машиностроительное черчение

Методические указания и задания
Часть 1

СПбГМТУ,
2015

Ответственный редактор доц. О.В. Горова
Редактор

Введение

Второй раздел общего и обязательного для студентов всех специальностей заочного факультета курса «Машиностроительное черчение» посвящен изучению процесса оформления технической документации применительно к изделиям машиностроения и методов ее конструкторской разработки.

Контрольная работа №1 по проекционному черчению была подготовительной. Вторая контрольная работа по машиностроительному черчению предусматривает изучение стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Для выполнения чертежей в контрольной работе предполагается использование учебной версии программы трехмерного моделирования КОМПАС, предоставляемой фирмой АСКОН для некоммерческого использования (<http://kompas.ru/kompas-educational/about/>). При оформлении чертежей в этой контрольной работе требования производства учитываются в большей степени, чем в предыдущей. При этом необходимо использовать справочную техническую литературу.

Студенты выполняют графические задания по соответствующим темам курса, внимательно изучив данное методическое указание и рекомендуемую литературу. Это необходимо для правильного оформления чертежей. Показанные в методических указаниях чертежи служат примерами оптимального расположения графического материала на формате и характеризуют объем и содержание работы.

Вопросы для самопроверки, приведенные в конце методических указаний, должны помочь студентам систематизировать для себя большой объем информации, заключенной в каждой теме раздела курса и подготовиться к зачету.

Следует неукоснительно соблюдать правила оформления чертежной документации. Наряду с накоплением информации по этому вопросу происходит ознакомление с элементами технического конструкторского проектирования. Изучение основ конструирования и приобретение соответствующего навыка является обязательным условием формирования будущего инженера.

Каждый студент заочного факультета имеет индивидуальное задание, номер варианта которого совпадает с номером последней цифры в его зачетной книжке.

Выполненную в полном объеме контрольную работу студенты заочного факультета высылают в институт по электронной почте преподавателя или в печатном варианте присылают по почте в

университет, либо самостоятельно приносят на кафедру в любом варианте для проверки и рецензирования.

Работа должна быть выполнена на форматах, размеры которых определены в каждой теме контрольной работы №2 и строго соответствовать данным указанным в заданиях.

1. Задание 1. Крепежные детали и соединения

Целевое назначение:

Изучение основных правил изображения и обозначения резьб, стандартных крепежных деталей (болтов, гаек, шпилек, винтов), крепежных соединений по действительным и условным размерам.

Содержание работы:

На формате А3 в натуральном масштабе (1:1) вычертить по действительным размерам в двух проекциях шпилечное и винтовое соединения; в трех проекциях – болтовое соединение условных деталей. Выполнить так же упрощенное изображение по ГОСТ 2.315-68 шпилечного, винтового и болтового соединений в двух проекциях. Вычертить верхнюю половину фронтального осевого разреза трубного соединения и его поперечный разрез.

Варианты индивидуальных заданий приведены в Таблице 1, пример выполнения чертежа дан на рис. 1.1. Последовательность выполнения работы будет рассмотрена далее.

Контрольные задания по теме 1 можно выполнить, используя двухмерный редактор КОМПАС. Это даст возможность хорошо изучить управляющие меню и возможности программы, что значительно облегчит работу по созданию 3D моделей впоследствии. Второе и третье задание можно выполнить в программе КОМПАС используя ее возможности по созданию 3D моделей и 3D сборок.

Часть чертежа вычерчиваем непосредственно. Изображения стандартных деталей целесообразно вставлять из библиотеки стандартных крепежных изделий, которая входит в состав КОМПАС.

Варианты индивидуальных заданий по теме 1 Таблица 1

Номер варианта	Шпильное соединение		Винтовое соединение		Болтовое соединение			Трубное соединение		
	Номинальный диаметр d, мм	Толщина детали б, мм	Номинальный диаметр d, мм	Номинальный диаметр d, мм	Номинальный диаметр d, мм	Толщина детали б1, мм	Толщина детали б2, мм	Номинальный диаметр d, дюйм	Наружный диаметр муфты В, мм	Длина свинчивания L, мм
1	18	42	20	40	16	10	15	$1\frac{3}{8}$	58	40
2	20	35	18	38	14	15	18	$1\frac{3}{8}$	58	40
3	22	38	18	34	14	12	15	1	44	30
4	24	40	16	28	12	15	20	1	44	30
5	22	48	16	32	12	15	25	$1\frac{1}{8}$	50	35
6	22	42	16	30	12	13	22	$1\frac{1}{8}$	50	35
7	20	40	18	40	12	12	18	$1\frac{1}{4}$	54	35
8	20	45	18	35	14	13	20	$1\frac{1}{4}$	54	35
9	18	52	20	42	16	9	16	$1\frac{1}{2}$	60	40
0	18	47	20	40	16	11	14	$1\frac{1}{2}$	60	40

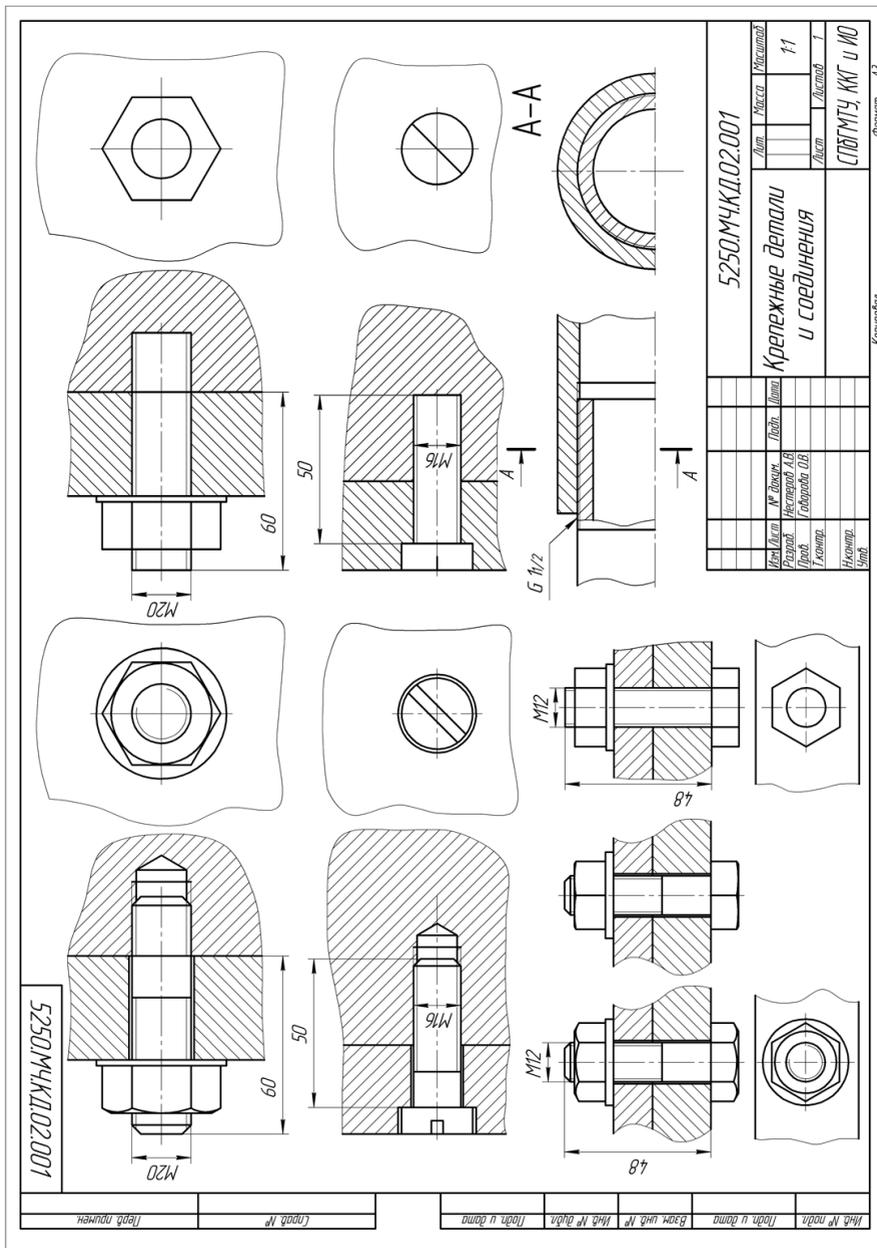


Рис. 1.1. Пример выполнения чертежа

1.1. Методические указания

Соединения деталей и узлов машин и механизмов бывают разъемными и неразъемными.

Неразъемные соединения позволяют выполнять разборку узла с разрушением элементов соединения, включая и детали самой конструкции узла. Примером неразъемных соединений служат заклепочные соединения, соединения, выполняемые с применением сварки, пайки, склеивания, запрессовки.

Разъемные соединения позволяют выполнять разборку узла без повреждения элементов соединения и осуществлять многократно операции монтажа и демонтажа. Разъемные соединения выполняются при помощи резьбовых изделий (болт, шпилька, винт, гайка); к таким соединениям относятся так же шпоночные, шлицевые и некоторые другие. Резьбовые соединения являются наиболее распространенным видом разъемных соединений в машиностроении. Они обеспечивают надежность соединения, удобство его сборки и разборки. Классификация резьбы представлена на рис. 1.2.

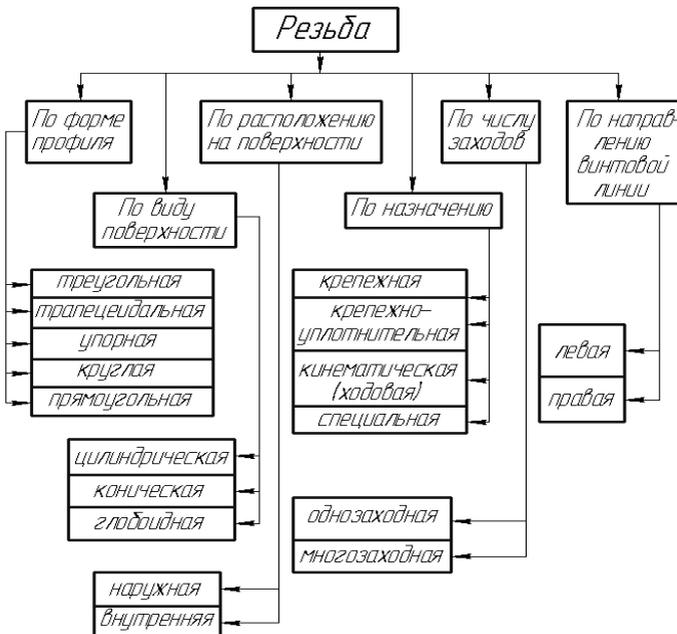
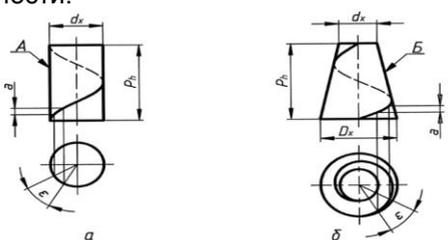
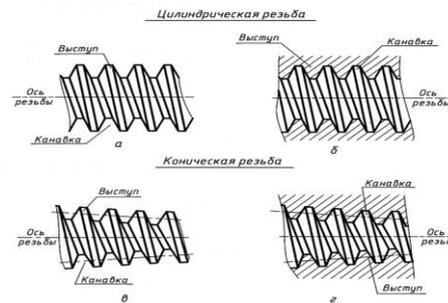
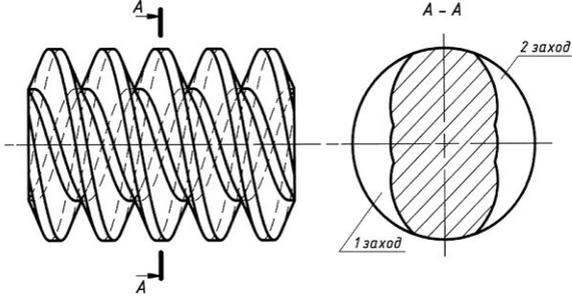


Рис. 1.2. Классификация резьбы
Основные термины и определения резьбы

Основные термины и определения резьбы устанавливает ГОСТ 11708-82, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2

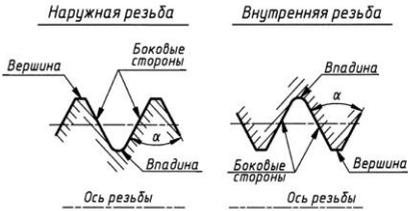
Термин	Определение
<p><i>Винтовая линия резьбы</i></p>	<p>Линия, образованная на боковой поверхности реального или воображаемого прямого кругового цилиндра <i>А</i> (рис. 2а) или прямого кругового конуса <i>Б</i> (рис. 2б) точкой, перемещающейся таким образом, что отношение между ее осевым перемещением <i>а</i> и соответствующим угловым перемещением ϵ постоянно, но не равно нулю или бесконечности.</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 1.3.</p>
<p><i>Винтовая поверхность резьбы</i></p>	<p>Поверхность, образованная кривой, лежащей в одной плоскости с осью и перемещающейся относительно оси таким образом, что каждая точка кривой движется по винтовой линии резьбы, и все возможные винтовые линии от точек кривой имеют одинаковые параметры <i>а</i> и ϵ (рис. 1.3.)</p>
<p><i>Выступ резьбы</i></p>	<p>Выступающая часть материала детали, ограниченная винтовой поверхностью резьбы (рис 1.4.)</p> <p style="text-align: center;"><i>Цилиндрическая резьба</i></p>  <p style="text-align: center;">Рис. 1.4.</p>
<p><i>Канавка резьбы</i></p>	<p>Пространство, заключенное между выступами резьбы (см. рис. 1.4.).</p>

<i>Резьба цилиндрическая и коническая</i>	Один или несколько равномерно расположенных выступов резьбы постоянного сечения, образованных на боковой поверхности прямого кругового цилиндра или прямого кругового конуса.
<i>Наружная резьба</i>	Образована на наружной прямой круговой цилиндрической (конической) поверхности (рис. 1.4.а, 1.4.в).
<i>Внутренняя резьба</i>	Образована на внутренней прямой круговой цилиндрической (конической) поверхности (рис. 1.4.б, 1.4.г).
<i>Виток резьбы</i>	Часть выступа резьбы, соответствующая одному полному обороту точек винтовой поверхности резьбы относительно оси резьбы.
<i>Заход резьбы</i>	Начало выступа резьбы (рис. 1.5.) 
<i>Однозаходная и многозаходная резьбы</i>	Однозаходная резьба образована одним выступом резьбы, многозаходная образована двумя (рис. 1.5.) или более выступами с равномерно расположенными заходами.
<i>Правая и левая резьба</i>	Резьба, у которой выступ, вращаясь по часовой стрелке, удаляется вдоль оси от наблюдателя - правая. Резьба, у которой выступ, вращаясь против часовой стрелки, удаляется от наблюдателя - левая (ЛН).

Основные элементы и параметры резьбы

Сведения об основных элементах и параметрах резьбы приведены в табл. 3.

Таблица 3

Термин	Обозначение	Определение
<i>Ось резьбы</i>		Ось, относительно которой образована винтовая поверхность резьбы (см. рис. 1.3.).
<i>Профиль резьбы</i>		Профиль выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения резьбы (рис. 1.6.).  α - угол профиля резьбы Рис. 1.6.
<i>Боковая сторона резьбы</i>		Часть винтовой поверхности резьбы, расположенная между вершиной и впадиной резьбы и имеющая в плоскости осевого сечения прямолинейный профиль (рис. 1.6.).
<i>Вершина резьбы</i>		Часть винтовой поверхности резьбы, соединяющая смежные боковые стороны резьбы по верху ее выступа (рис. 1.6.)
<i>Впадина резьбы</i>		Часть винтовой поверхности резьбы, соединяющая смежные боковые стороны резьбы по дну ее канавки (рис. 1.6.).
<i>Угол профиля резьбы</i>	α	Угол между смежными боковыми сторонами резьбы в плоскости осевого сечения (рис. 1.6.).
<i>Наружный диаметр цилиндрической резьбы</i>	D, d, D_4	Диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, описанного вокруг вершин наружной или впадин внутренней цилиндрической резьбы (рис. 1.7.).

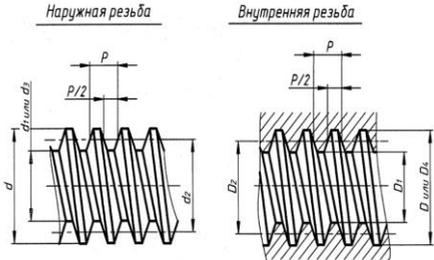
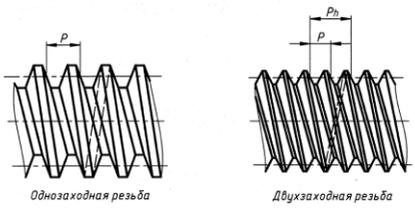
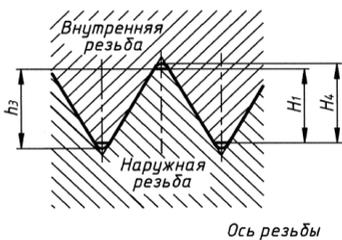
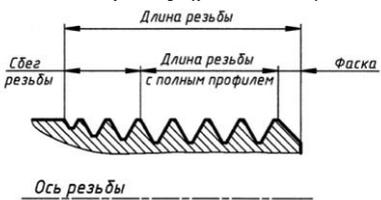
		
		Рис. 1.7.
Внутренний диаметр цилиндрической резьбы	d_1, d_3, D_1	Диаметр воображаемого прямого кругового цилиндра, вписанного во впадины наружной или вершины внутренней цилиндрической резьбы (рис. 1.7.).
Средний диаметр цилиндрической резьбы	d_2, D_2	Диаметр воображаемого, соосного с резьбой прямого кругового цилиндра, каждая образующая которого пересекает профиль резьбы таким образом, что ее отрезки, образованные при пересечении с канавкой, равны половине номинального шага резьбы (рис.1.7.).
Номинальный диаметр резьбы		Диаметр, условно характеризующий размеры резьбы и используемый при ее обозначении.
Шаг резьбы	P	Расстояние по линии, параллельной оси резьбы между средними точками ближайших одноименных боковых сторон профиля резьбы, лежащими в одной осевой плоскости по одну сторону от оси резьбы (рис. 1.7., 1.8.).
		

		Рис. 1.8.
<i>Ход резьбы</i>	<i>Ph</i>	Расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между любой исходной средней точкой на боковой стороне профиля резьбы и средней точкой, полученной при перемещении исходной средней точки по винтовой линии на угол 360 (рис. 1.8.).
<i>Высота профиля резьбы</i>	<i>h_з, H₄</i>	Расстояние между вершиной и впадиной резьбы в плоскости осевого сечения в направлении, перпендикулярном к оси резьбы (рис. 1.9.). 
<i>Длина резьбы</i>		Длина участка детали, на котором образована резьба, включая сбег резьбы и фаску (рис. 1.10.). 
<i>Длина резьбы с полным профилем</i>		Длина участка резьбы, на котором вершины и впадины резьбы соответствуют номинальному профилю резьбы и находятся в пределах полей допусков наружного и внутреннего диаметров резьбы (рис. 1.10.).

<i>Сбег резьбы</i>		Участок в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, на котором резьба имеет неполный профиль (под неполным профилем резьбы понимают профиль резьбы, вершины или впадины которого не соответствуют номинальному профилю резьбы и выходят за поле допуска наружного или внутреннего диаметра резьбы в сторону уменьшения высоты профиля резьбы) (рис. 1.10).
--------------------	--	---

Изображение резьбы на чертеже (по ГОСТ 2.311 – 68)

1. Резьбы на чертеже изображают условно:

а) на стержне – сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру резьбы.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию проводят на всю длину резьбы без сбega (включая фаску), а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутую в любом месте. Причем начало и конец этой дуги не должны совпадать с осевыми линиями (рис. 1.11.а). Сбег резьбы на чертежах изображают лишь при необходимости;

б) в отверстиях – сплошными толстыми линиями по внутреннему диаметру и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру резьбы (рис. 1.11.б).

На разрезах и сечениях, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию проводят от фаски на всю длину резьбы без сбega, а на изображениях, полученных проецирование на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, проводят дугу, приблизительно равную $\frac{3}{4}$ окружности (рис. 1.11.).

2. Фаски на стержне и в отверстиях с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, при изображениях на плоскости, перпендикулярной оси стержня или отверстия, не показывают (рис. 1.11.).

3. Сплошную тонкую при изображении резьбы наносят от основной толстой линии на расстоянии не менее 0,8 мм и не более величины шага резьбы.

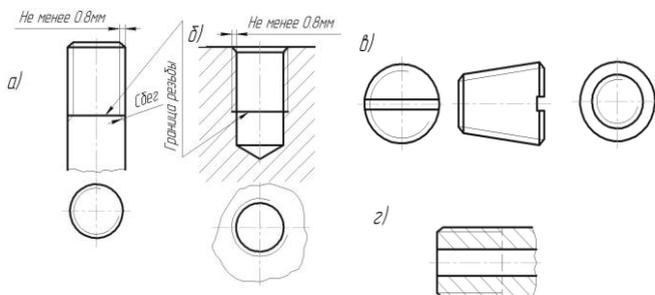


Рис. 1.11. Условное изображение резьбы на стержне и в отверстии

4. Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра и изображают сплошной толстой основной линией, если резьба изображена как видимая (рис. 1.11.а) или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (рис. 1.11.г).

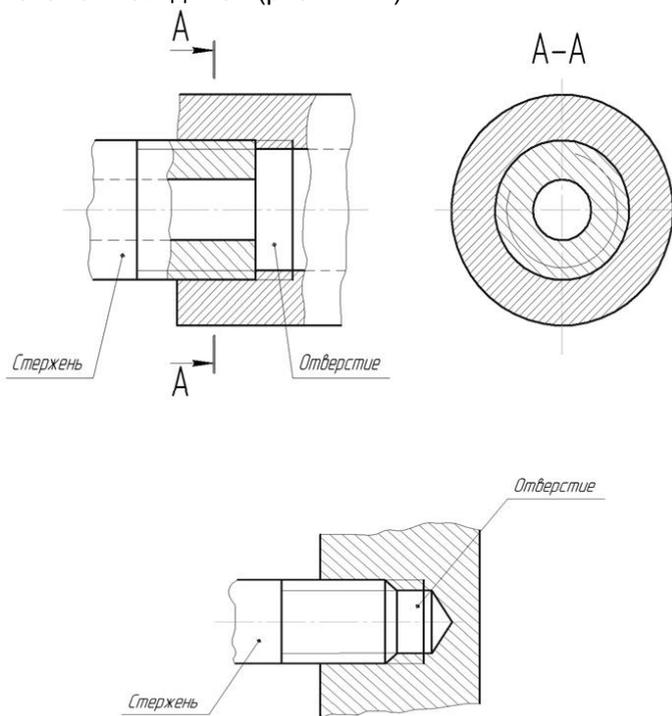


Рис. 1.12. Изображение резьбы в соединении

5. Штриховку в разрезе и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии, т.е. в обоих случаях до основной линии (рис. 1.12.).

6. Резьбу, показываемую как невидимую, изображают штриховыми линиями одной толщины по наружному и внутреннему диаметрам рис. 12.

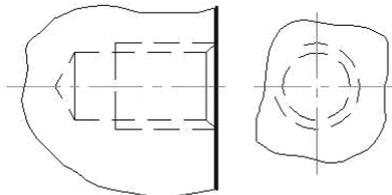


Рис. 1.13. Изображение невидимой резьбы

7. Размер длины резьбы на стержне и в отверстии указывают, как правило, без сбега указав длину резьбы полного профиля (рис. 1.14. а);

При необходимости изображения длины всей нарезанной части со сбегом – в соответствии с рисунком 1.14. б);

При необходимости указать величину сбега резьбы – в соответствии с рисунком 1.14. в).

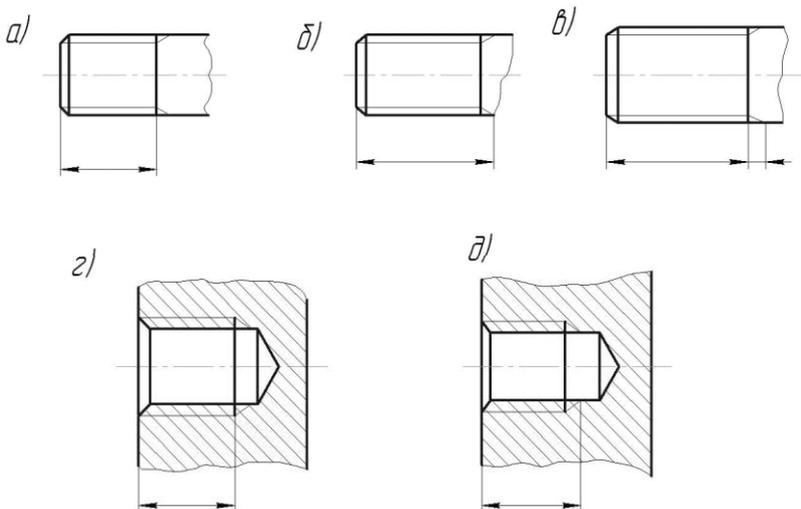


Рис. 1.14. Указание длины резьбы без сбега и со сбегом

Длину резьбы в отверстии проставляют так, как показано на рисунке 1.14. г), д). Сбег резьбы изображают сплошной тонкой линией (рис. 1.14.).

Крепежные резьбы

Метрическая резьба

Метрическую резьбу наиболее широко используют в технике. Профиль резьбы (рис. 1.15.) установлен **ГОСТ 9150-2002**, основные размеры (номинальные значения) наружного, среднего и внутреннего диаметров резьбы – **ГОСТ 24705-2004**, диаметры и шаги - **ГОСТ 8724-2002**.

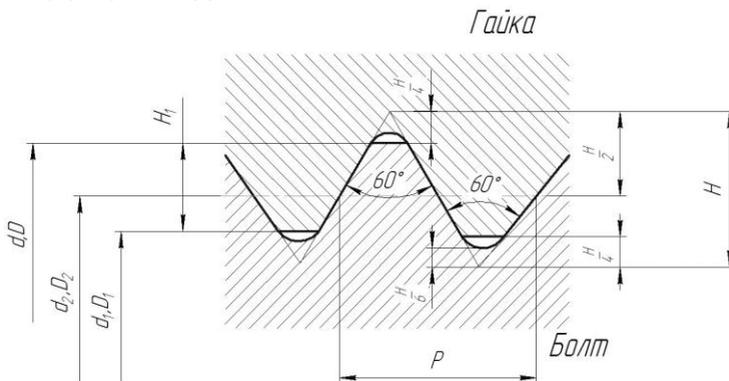


Рис. 1.15. Профиль метрической резьбы

Вершины выступов и впадин профиля срезаны по прямой или дуге окружности, что облегчает изготовление резьбы, уменьшает концентрацию напряжений и предохраняет резьбу от повреждений при эксплуатации.

Метрическую резьбу выполняют с крупным (единственным для данного диаметра резьбы) и мелкими шагами, которых для данного диаметра может быть несколько. Например, для диаметра резьбы **D=20 мм** крупный шаг всегда равен **2,5 мм**, а мелкий может быть равен **2; 1,5; 0,75 и 0,5 мм**. Поэтому в обозначении метрической резьбы крупный шаг не указывают, а мелкий указывают обязательно.

Примеры обозначений:

M20 - резьба с крупным шагом;

M20x2 - резьба с мелким шагом 2 мм;

M20LH, M20x2LH- левая резьба с крупным и мелким шагами соответственно.

Пример обозначения многозаходной метрической резьбы:

M24xPh3P1,5

где 3 - ход,
 Ph – обозначение хода,
 P - обозначение шага,
 $1,5$ – шаг.

Обозначение метрической резьбы на чертеже показано на рис. 1.16.

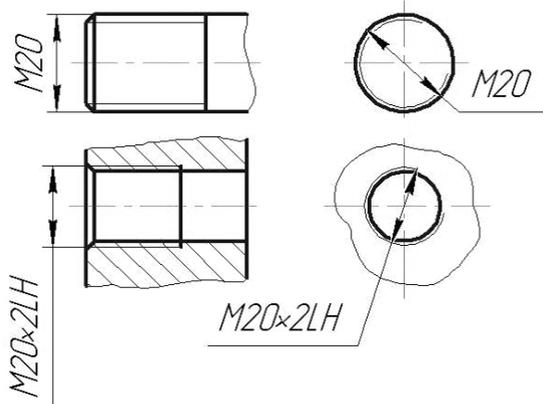


Рис. 1.16. Обозначение метрических резьб

Трубная цилиндрическая резьба

Резьбу трубную цилиндрическую по **ГОСТ 6357-81** применяют на газопроводных трубах, частях для их соединения (муфтах, угольниках, крестовинах и т.д.).

Профиль (рис. 1.17.), общий для наружной и внутренней резьб, имеет скругления вершин и впадин, что делает резьбу более герметичной, чем метрическая.

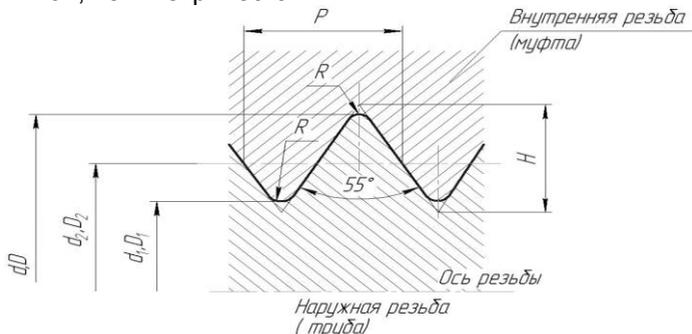


Рис. 1.17. Параметры трубной цилиндрической резьбы

В трубной резьбе указываемый в обозначении ее размер в дюймах приблизительно равен условному проходу трубы

(номинальному внутреннему диаметру, по которому рассчитывают ее пропускную способность), переведенному в дюймы (один дюйм равен 25,41 мм). Поэтому обозначение размера трубной резьбы наносят на полке линии-выноски, как показано на рис. 1.18.

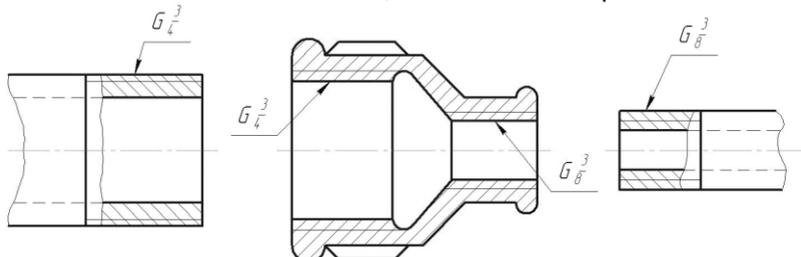


Рис. 1.18. Обозначение трубной цилиндрической резьбы

Трубная коническая резьба

Резьбу трубную коническую применяют в соединениях труб при больших давлениях и температуре, когда требуется повышенная герметичность соединения. Угол профиля - 55° , конусность - 1:16. Так как у конической резьбы диаметр непрерывно изменяется, то ее размер относят к сечению в основной плоскости (рис. 1.19.), примерно посередине длины наружной резьбы. В этом сечении диаметр конической резьбы равен диаметру трубной цилиндрической. Положение основной плоскости обязательно указывается на рабочем чертеже.

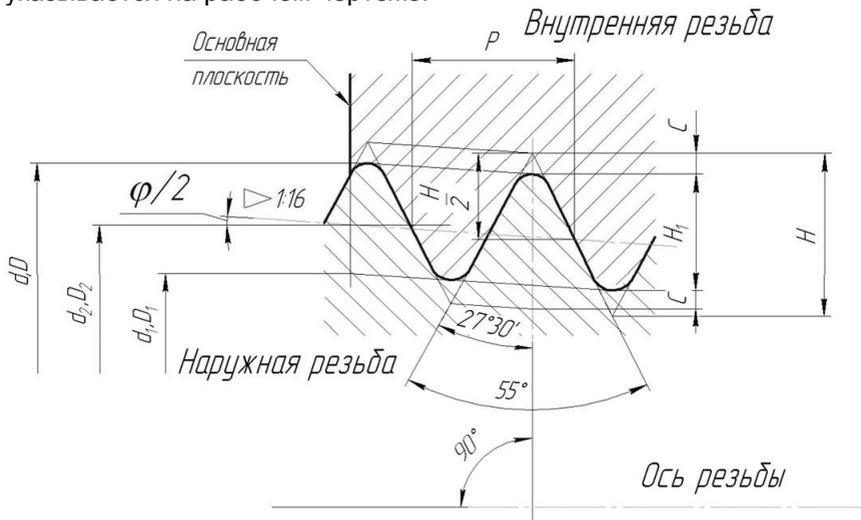


Рис. 1.19. Параметры трубной конической резьбы

Наружная резьба обозначается буквой **R**, например, **R1/2**; внутренняя- **RC**, например **RC1/2**; левые - **R1/2 LH** и **Rc1/2 LH** соответственно (рис. 1.20.).

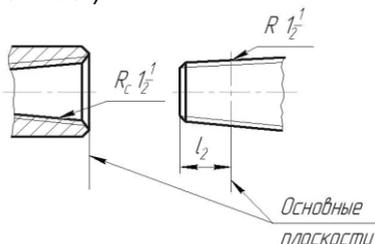


Рис. 1.20. Обозначение трубной конической резьбы

Ходовые резьбы

Резьба трапецеидальная

Применяемая на винтах, передающих возвратно-поступательное движение. Профиль резьбы (рис. 1.21.) - по **ГОСТ 9484-81**. Основные размеры однозаходной резьбы - по **ГОСТ 24737-81**. **ГОСТ 24738-81** - определяет диаметры и шаги трапецеидальной однозаходной резьбы, а **ГОСТ 24739-81** - параметры резьбы трапецеидальной многозаходной.

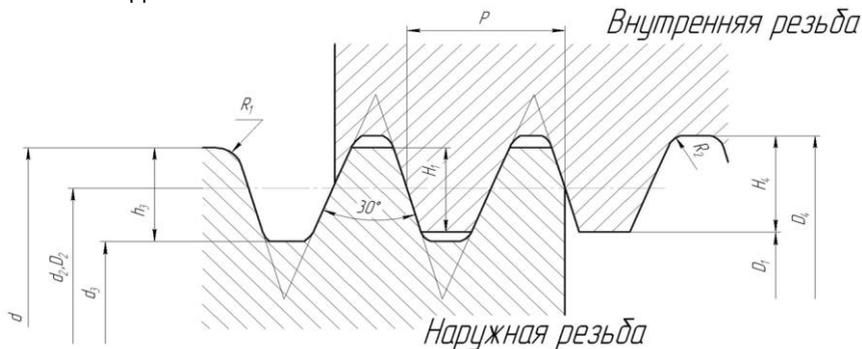


Рис. 1.21. Параметры трапецеидальной резьбы

Примеры обозначений: однозаходной трапецеидальной резьбы:

Tr 40x6;

то же левой - **Tr 40x6 LH**;

многозаходной (трехзаходной) - **Tr 40x6(P 2)**,

где **40** - номинальный диаметр **D**;

6 - ход, мм; **2** – шаг, мм.

Резьба упорная

Применяется на винтах, подверженных односторонне направленным усилиям, например в домкратах. Профиль (рис. 1.22.) и основные размеры устанавливаются по **ГОСТ 10177-82**.

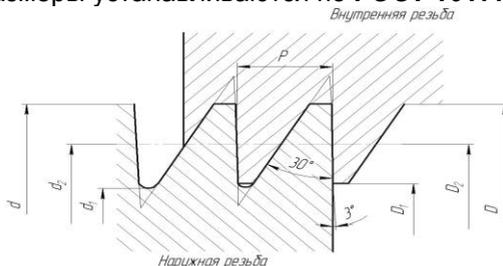


Рис. 1.22. Профиль упорной резьбы

Примеры обозначений: **S80x10**; **S80x10LH**; **S80x20(P10)**

где 80 - номинальный диаметр,
20 - ход,
10 - шаг (у двухзаходной резьбы).

Резьба прямоугольная

Применяется в соединениях, где не должно быть самотвинчивания под действием приложенной нагрузки (рис. 1.23). Профиль этой резьбы не стандартизован, поэтому на чертеже приводят все данные, необходимые для ее изготовления.

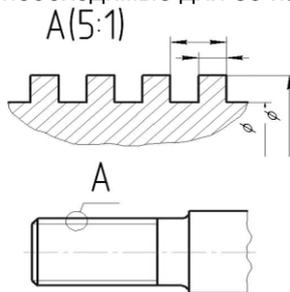


Рис. 1.23. Изображение и обозначение нестандартной прямоугольной резьбы

Число стандартов, описывающих форму и размеры разнообразных крепежных изделий весьма велико. Студентам, которые не сталкивались с ними в своей практической деятельности, полезно хотя бы посмотреть справочник или учебник, где обычно излагаются в достаточном объеме сведения о применяемых крепежных изделиях и их обозначениях. В настоящих методических указаниях приводятся лишь данные, непосредственно используемые

при выполнении вариантов контрольной работы 2. Размеры трубной цилиндрической резьбы приведены в таблице 3.

Таблица 3

Основные размеры трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357-81)

Обозначение размера резьбы		Шаг p , мм	Диаметр резьбы, мм		
			наруж- ный d	средний d_2	внутрен- ний d_1
1-й ряд	2-й ряд				
1	-	2,309	33,249	31,770	30,291
-	$1\frac{1}{8}$	2,309	37,897	36,418	34,939
$1\frac{1}{4}$	-	2,309	41,910	40,431	38,952
-	$1\frac{3}{8}$	2,309	44,323	42,844	41,365
$1\frac{1}{2}$	-	2,309	47,803	46,324	44,845

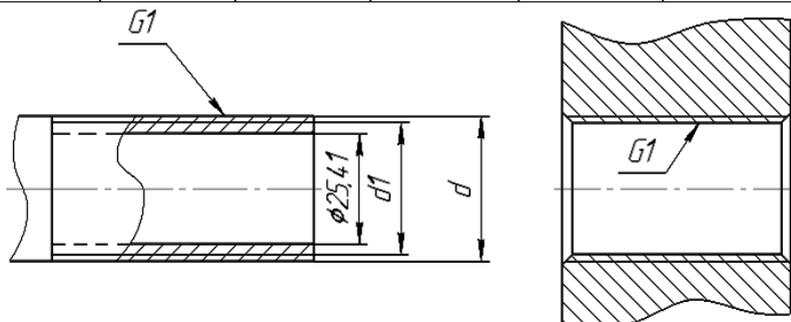


Рис. 1.24. Указание размеров трубной цилиндрической резьбы

Еще раз подчеркнем, что изображение трубной цилиндрической резьбы отличается от остальных резьб тем, что её условный размер выражается в дюймах. Например, обозначение G1 см. рис. 1.24. соответствует резьбе, выполненной на трубе, имеющий условный проход (внутренний диаметр трубы), равный одному дюйму 25,41 мм. Наружный же G1 равен 33,25 мм (таблица 3). Т.е. больше внутреннего на две толщины стенки трубы.

Размеры: d и d_1 на чертежах не проставляют, а показаны они для понимания изображения.

Средний диаметр d_2 на чертежах не отображается, это диаметр накатки резьбы на стержне.

Таблица 4

Диаметры и шаги метрической резьбы

Диаметр резьбы			Шаг	
1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	Круп- ный	Мелкий
12	-	-	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
-	14	-	2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5
-	-	15	-	1,5; 1
16	-	-	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
-	-	17	-	1,5; 1
-	18	-	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
20	-	-	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
-	22	-	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
24	-	-	3	2; 1,5; 1; 0,75;

Гайка – это деталь с резьбовым отверстием в центре, навинчивающаяся до упора на резьбовой конец болта или шпильки. Гайки выпускаются шестигранные, круглые, квадратные, стопорные и др. Наиболее распространёнными являются шестигранные гайки, которые изготавливаются в двух исполнениях: исполнение 1 – с двумя фасками, исполнение 2 – с одной фаской (рис. 1.26).

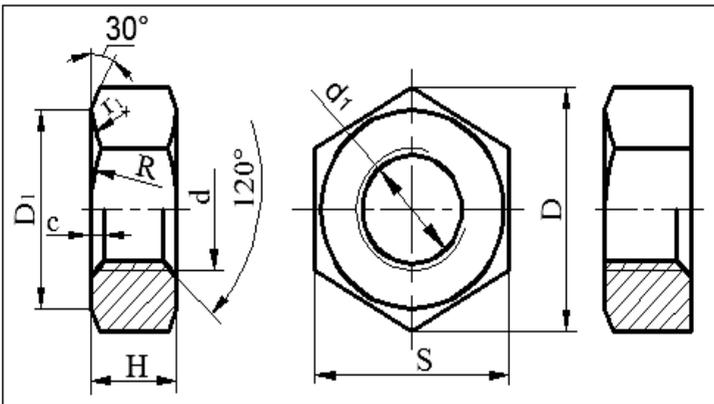


Рис. 1.26. Чертеж гаек исполнения 1 и 2

Конструктивные размеры некоторых шестигранных гаек нормальной высоты приведены в таблице 5.

Таблица 5

Размеры гаек нормальной точности, мм

Номинальный диаметр резьбы d	Шаг резьбы p		S, размер под ключ	D, диаметр описанной окружности	H, высота гайки
	крупный	мелкий			
6	1	-	10	10,9	5
8	1,25	1	13	14,2	6,5
10	1,5	1,25	17	18,7	8
12	1,75	1,25	19	20,9	10
14	2	1,5	22	23,9	11
16	2	1,5	24	26,2	13
18	2,5	1,5	27	29,6	15
20	2,5	1,5	30	33	16
22	2,5	1,5	32	35	18
24	3	2	36	39,6	19

В условном обозначении гайки указывается вариант исполнения: (исполнение 1 не указывается), диаметр резьбы, шаг резьбы (для мелких шагов), номер ГОСТа.

Например: Гайка M16 ГОСТ 5915-70;

Гайка 2M20x1,25 ГОСТ 5915-70.

Болт – это цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом.

Существует большое количество разновидностей болтов, которые отличаются друг от друга формой и размерами головки и стержня, а также точностью изготовления.

Среди этого многообразия болтов наиболее распространёнными являются болты с шестигранной головкой нормальной точности, которые выпускаются в трёх исполнениях.

На рис. 1.27. приведён пример выполнения чертежа болта в двух проекциях. Болт чертится так, чтобы его ось располагалась параллельно основной надписи чертежа. В табл. 6 приведены основные конструктивные параметры для болтов с шестигранной головкой. Размер фаски $s=r$, шагу резьбы.

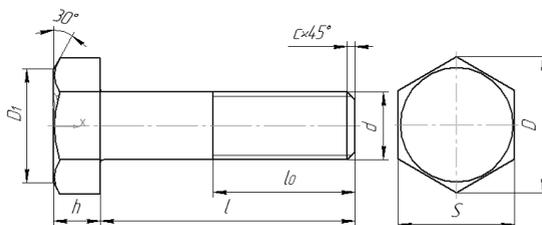


Рис. 1.27. Чертеж болта

Таблица 6

Основные конструктивные параметры для болтов с шестигранной головкой, мм (из ГОСТ 7798-70)

Номинальный диаметр резьбы - d	Шаг резьбы		S	D	h	D ₁	l	l ₀
	крупный	мелкий						
12	1,75	1,25	19	20,9	8	17,2	50	30
							55	
							60	
14	2	1,5	22	23,9	9	20,1	45	34
							50	
							55	
16	2	1,5	24	26,2	10	22,0	45	38
							50	
							55	

Болты с квадратной головкой в основном используются при соединении деревянных изделий, не требующих зажима головки при завинчивании. Кроме того, изготавливают болты специального назначения, имеющие полукруглую, коническую, цилиндрическую и другие формы головки. При обозначении болта указывается вариант исполнения (исполнение 1 не указывается), диаметр резьбы, длина стержня болта, класс прочности, а также номер стандарта, по которому изготавливается болт. На учебных чертежах ограничиваются упрощенным обозначением болта.

Например:

Болт М16х70 ГОСТ 7798-70; Болт 2М20хl,5-8gx70 ГОСТ 7798-70.

Шпилька - резьбовое изделие цилиндрической формы, имеющее с обоих концов метрическую резьбу, один конец которой l₁ (посадочный конец) ввинчивается в деталь. Длина l₁ зависит от диаметра шпильки и материала детали, в отверстие которой ввинчивается шпилька, например: l₁=d в деталях из стали, бронзы,

латуни и титановых сплавов; $l_1=1,25d$ и $l_1=1,6d$ в деталях из ковкого и серого чугуна; $l_1=2d$ и $l_1=2,5d$ в деталях из легких сплавов (ГОСТ 22032-76). Рисунок 1.28.

Обычно шпильки ставятся там, где по конструктивным соображениям нежелательно ставить болты и когда по условию эксплуатации требуется частая разборка и сборка соединения деталей, одна из которых имеет большую толщину.

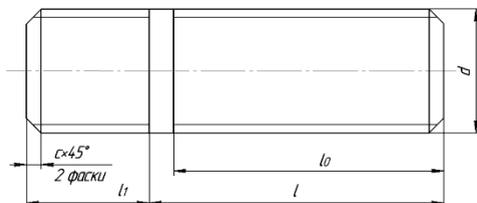


Рис. 1 28. Чертеж шпильки

При обозначении шпильки на учебных чертежах указывают диаметр резьбы, шаг резьбы (для мелких шагов), длину шпильки и номер стандарта. Например:

Шпилька М10х70 ГОСТ 22032-76;

Шпилька М10х1,25х70 ГОСТ 22032-76.

Таблица 7

Основные размеры шпилек общего применения, мм
(из ГОСТ 22032-76)

Номинальный диаметр резьбы, d	Шаг резьбы, p		Номинальная длина шпильки, l	Длина резьбового конца, l ₀
	крупный	мелкий		
18	2,5	1,5	65; 70; 75	42
20	2,5	1,5	60; 65; 70	46
22	2,5	1,5	65; 70; 75	50
24	3	2	70; 75	54

Винт – это стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом – для ввинчивания в одну из соединяемых деталей. На рисунке 1.29. показан один из вариантов исполнения винта с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491-80, устанавливающим основные размеры винтов для металла.

Длиной винта считается длина стержня винта, без головки (за исключением винтов с потайной головкой, у которых длина винта включает в себя и высоту головки k рис. 1.29.).

Крепежные винты изготавливают с метрической резьбой крупного и мелкого шага. Пример условного обозначения винта с цилиндрической головкой, класса точности В, с диаметром резьбы $d=20$ мм, с крупным шагом резьбы и полем допуска 6g, длиной $l=70$ мм, класса прочности 5.8, без покрытия:

Винт В.М20-6gх70.58 ГОСТ 1491-80.

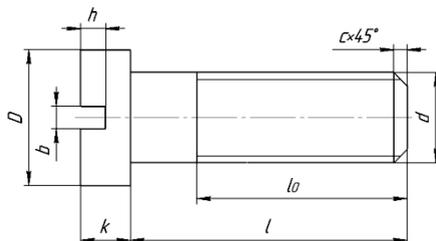


Рис. 1.29. Винт

Таблица 8

Крепежные винты с цилиндрической головкой, мм
(из ГОСТ 1491-80)

Номиналь- ный диаметр	Шаг резьбы, p		D	k	b	h	Номиналь- ная длина, l	Длина резьбового конца l_0
	круп- ный	мелкий						
16	2,5	1,5	2 4	9	4	4,0-4,6	50; 55; 60	38
18	2,5	1,5	2 7	10	4	4,5-5,1	55; 60; 65	42
20	2,5	1,5	3 0	11	5	5,0-5,6	65; 70; 75	46

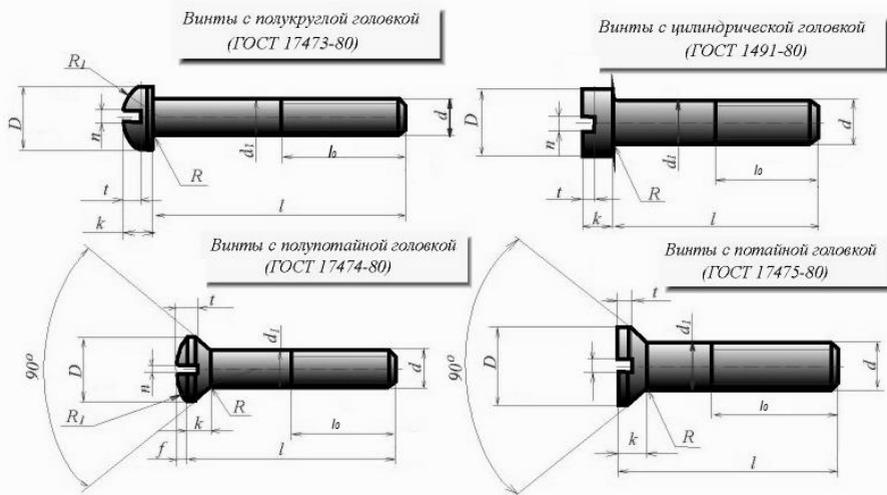


Рис. 1.30. Различная форма головок винтов

Шайба - это плоская деталь, имеющая форму кольца. Шайба детали для увеличения опорной поверхности, а также предотвращения повреждения поверхности соединяемых деталей.

Наибольшее распространение получили обыкновенные круглые шайбы. Они бывают нормальной, увеличенной и уменьшенной толщины и изготавливаются в двух исполнениях: исполнение 1 – без фаски, исполнение 2 – с фаской (рис. 1.31 а).

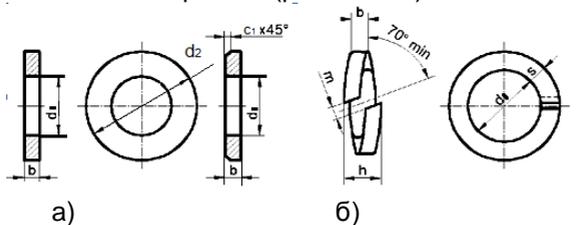


Рис. 1.31. Чертежи шайб

В целях предупреждения самоотвинчивания болтов, винтов и гаек при вибрации применяются пружинные шайбы (рис. 1.31.б).

Пружинная шайба надевается на стержень крепёжной детали и располагается между скрепляемой деталью и гайкой. Наклонная прорезь пружинной шайбы при скреплении деталей стремится вдавиться в поверхность закрепляемой детали и резьбовой

крепежной детали, что затрудняет самопроизвольное вращение резьбовой крепежной детали в сторону отвинчивания.

Наряду с этим существуют квадратные, многолапчатые, стопорные, сферические, косые и другие виды шайб.

При обозначении шайбы указывается исполнение (исполнение 1 не указывается), диаметр стержня крепежной детали (болт, винт, шпилька), на которую надевается шайба, номер стандарта.

Например:

Шайба 12 ГОСТ11371-78;

Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78.

Диаметр отверстия в шайбе делается немного больше диаметра стержня болта, винта или шпильки, но при обозначении на чертеже указывается диаметр крепежной детали, а не его действительная величина.

Таблица 9

Шайбы нормальные, мм
(из ГОСТ 11371-78)

Номинальный диаметр резьбы, d	d ₁	d ₂	S	c
12	13	24	2,5	0,6...1,25
14	15	28	2,5	0,6...1,25
16	17	30	3	0,75...1,5
18	19	34	3	0,75...1,5
20	21	37	3	0,75...1,5
24	25	44	4	1,0...2,0

Крепежные соединения

Это разъёмные соединения, осуществляемые при помощи стандартных изделий: болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб – широко распространены в машиностроении. Они применяются преимущественно при сопряжении плоских поверхностей. Крепежные соединения характеризуются высокой надёжностью, удобством быстрой сборки и разборки, и, кроме прочего, имеется большой выбор резьбовых деталей, специально приспособленных к различным эксплуатационным условиям.

Раньше в практике выполнения машиностроительных чертежей, различают конструктивное, упрощенное и условное изображение

крепежных изделий и их соединений. Теперь при создании 3D сборок, крепежные изделия берут из библиотек по конструктивным размерам. Применение упрощенного или условного изображения на сборочных чертежах и чертежах общих видов зависит от назначения и масштаба чертежа и регламентируется требованиями ГОСТ 2.315-68. Таблица 11 содержит относительные размеры упрощенного изображения различных крепежных изделий.

Свободный конец резьбового конца болта (шпильки) составляет от $(0,25...0,35)d$ его номинального диаметра.

При соединении деталей при помощи шпильки необходимо определить ее длину l , рассчитываемую по заданной толщине детали δ с учетом данных приведенных в таблице 10.

Таблица 10

Относительные (в долях от номинального диаметра d)
размеры упрощенного изображения крепежных изделий

Крепежные изделия	Относительные размеры
Гайка: высота гайки H_g диаметр описанной окружности D_g диаметр вписанной окружности D_1	0,8 2,0 0,95S
Болт: высота головки болта H_b диаметр описанной окружности D_b диаметр вписанной окружности D_1	0,7 2,0 0,95S
Винт: высота головки винта H_v диаметр головки винта D_v	0,5 1,5
Шайба: толщина шайбы H_w внутренний диаметр d_1 наружный диаметр d_2	0,15 1,1 2,2

Итак, рассчитаем длину шпильки:

$$l_w = \delta + H_w + H_g + 0,3d = \delta + 1,3d.$$

Подобный же расчет произведем для определения длины болта, с учетом скрепляемых деталей толщиной δ_1 и δ_2 :

$$l_b = \delta_1 + \delta_2 + H_w + H_g + 0,3d = \delta_1 + \delta_2 + 1,3d.$$

При соединении деталей с помощью винта в предлагаемом варианте изготовления гнезда под головку (см рис. 1.1.) длину винта следует определять из соотношения:

$$l_6 = (\delta - H_6) + l_1 = \delta + 1,5d,$$

где l_1 – длина винчиваемой в гнездо части винта, принимается равной двум номинальным диаметрам d .

Полученные расчетные величины округляют до ближайшего стандартного размера (см. табл. 6...8).

Глубину глухого отверстия под шпильку или винт, выбирают в зависимости от длины винчиваемого конца l_1 . В отверстии нарезается резьба, глубина которой определяется соотношением: $l_2 = l_1 + 2p$, где p шаг резьбы. Руководствуясь данными, приведенными в таблице 11, необходимо обеспечить глубину глухого отверстия $l_3 = l_2 + 6p$. Гнездо глухого отверстия оканчивается конусом с углом при вершине 120° . Диаметр отверстия в детали, выполненного для пропуска стержня болта, винта или шпильки, следует принимать равным $1,1 d$.

Таблица 11

Соотношение размеров сбегов, недорезов, проточек и фасок

Элемент резьбы	Резьба метрическая	
	наружная	внутренняя
Сбег резьбы	2p	3p
Недорез	3p	4p
Ширина проточки (нормальная)	3p	4p
Разность номинального диаметра резьбы и внутреннего диаметра проточки	1,5p	-0,5p
Высота фаски	p	p

На чертеже резьбового соединения резьбовые изделия и шайбы всегда изображаются неразрезанными. Кроме этого, на видах полученных проецированием на плоскость, параллельную оси винта, шлиц под отвертку изображается по оси, но на видах полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси винта – под 45° к центровым линиям.

При вычерчивании варианта трубного соединения следует руководствоваться данными, приведенными в таблице 3.

1.2. Работа в двумерном редакторе программы Компас

КОМПАС -3D – это программа для операционной системы Windows. Поэтому ее окно имеет те же элементы управления, что и другие Windows – приложения.

Главное окно системы

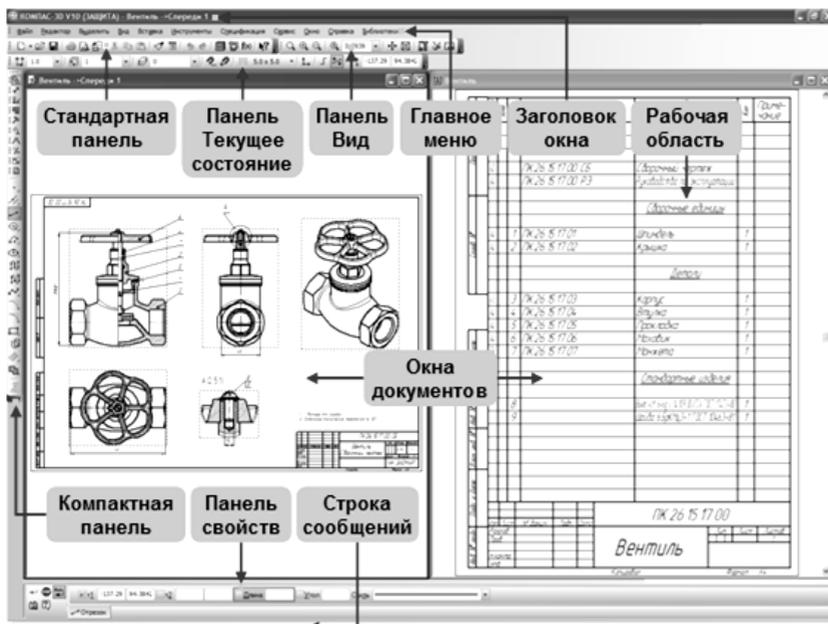


Рис. 1.2.1. Главное окно системы

Главное окно системы состоит из:

- Заголовка окна,
- Главного меню,
- Стандартной панели,
- Панели Текущее состояние,
- Панели Вид.

Заголовок программного окна

Заголовок расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа



Рис. 1.2.2. Заголовок программного окна

Главное меню

Главное меню расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем находятся все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды.

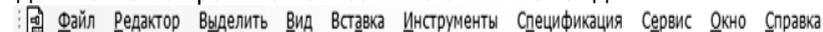


Рис. 1. 2.3. Главное меню

Стандартная панель

Стандартная панель расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами.



Рис. 1.2.4. Стандартная панель

Панель Вид

На панели Вид расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: изменять масштаб, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели.



Рис. 1.2.5. Панель Вид

Панель Текущее состояние

Панель Текущее состояние находится в верхней части окна сразу над окном документа. Состав панели различен для разных режимов работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.



Рис. 1.2.6. Панель Текущего состояния

Компактная панель

Компактная панель (здесь расположена горизонтально) находится вертикально в левой части окна системы и состоит из Панели переключения и Инструментальных панелей. Каждой кнопке на панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Инструментальные панели содержат набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа.



Рис. 1.2.7. Компактная панель

Панель свойств и Панель специального управления

Панель свойств служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и Панель специального управления.

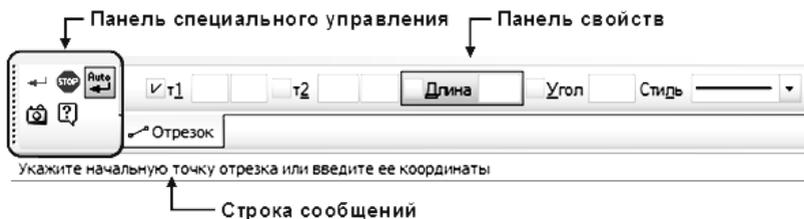


Рис. 1.2.8. Панели: специального управления и свойств, Строка сообщений

Строка сообщений

Строка сообщений располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.

1.3. Принципы использования двумерных редакторов

В редакторе чертежей пользователь получает два вида информации: символьные сообщения системы и графическое изображение. К символьным сообщениям относятся запросы системы, указатели режимов системы, отображения текущих координат курсора.

Курсор является многофункциональным инструментом, используемым как для рисования, так и для управления системой путем выбора команд, указания подлежащих той или иной операции чертежных элементов и т.д.

Режимы рисования, реализуемые в двухмерных редакторах, могут значительно облегчить и ускорить создание и редактирование изображений, обеспечивая при этом и высокую точность построений.

Режим Сетка наиболее эффективен для получения изображений с регулярной структурой. Квадратная или прямоугольная сетка получается на экране после ввода соответствующей команды и значений шагов сетки.

Режим Орто обеспечивает построение горизонтальных и вертикальных отрезков.

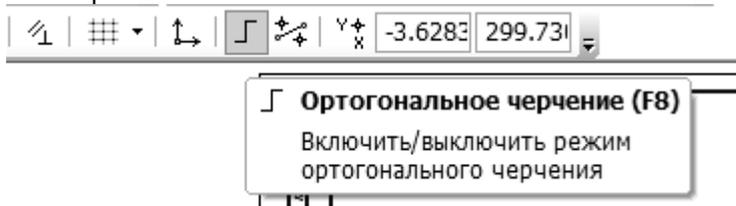


Рис. 1.3.1. Инструмент Ортогональное черчение

Режим объектной привязки обеспечивает максимальную точность черчения и позволяет привязываться к характерным точкам существующих на чертеже объектов. Механизм объектной привязки активизируется всегда, когда запрашивается соответствующая точка.

Режим вспомогательных построений имитирует построения в тонких линиях параллельных и перпендикулярных прямых, различных окружностей и дуг с целью получения искомых точек пересечения и касания геометрических элементов. В дальнейшем по полученным отрезкам, дугам и точкам производится обводка, а тонкие линии при завершении чертежа стираются. На твердую копию вспомогательные элементы не выводятся.

Панель *Геометрия*

При работе с графическими документами на Панели переключения по умолчанию активна кнопка Геометрия и открыта одноименная инструментальная панель. На этой панели расположены команды, с помощью которых можно создавать графические объекты: точки, вспомогательные прямые, отрезки, окружности и т.д.



Геометрия

Активизировать инструментальную панель

Рис. 1.3.2. Панель Геометрия и её инструменты

Однотипные инструменты, например, различные отрезки спрятаны под одной клавишей. Чтобы получить полную раскладку инструмента нажмите лкм (левую клавишу мыши) на инструмент и не отпуская клавишу мыши выбираете нужный инструмент.



Рис. 1.3.3. Выбор однотипного инструмента

Панель Размеры

На панели Размеры расположены команды, с помощью которых в графических документах можно проставлять размеры: линейные, диаметральные, радиальные и т.д.



Размеры

Активизировать инструментальную панель

Рис. 1.3.4. Панель Размеры и её инструменты

Панель Обозначения

На панели Обозначения расположены кнопки команд, позволяющих оформить графический документ: сделать текстовые надписи, создать таблицы, проставить знаки шероховатости поверхностей, обозначения баз и т.д.



Обозначения

Активизировать инструментальную панель

Рис. 1.3.5. Панель Обозначения и её инструменты

Панель Редактирование

Команды инструментальной панели Редактирование позволяют изменять графическое изображение: перемещать, вращать, копировать, делать зеркальные копии и т.д.

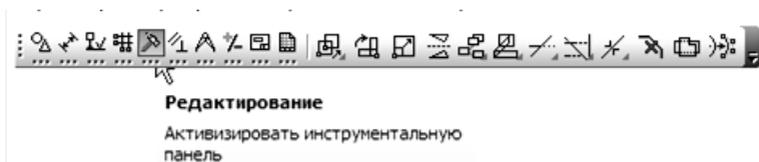


Рис.1.3.6. Панель Редактирования и её инструменты

1.4. Крепежные детали и соединения, последовательность выполнения работы

1. Входим в систему «КОМПАС» через ярлык «Чертёж».

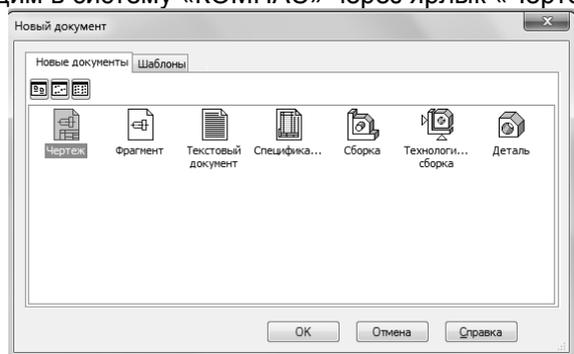


Рис. 1.4.1. Открытие нового документа

2. По умолчанию открывается формат А4, при необходимости его можно поменять через Менеджер документа выбираем необходимый формат и его ориентацию, не забываем подтвердить свой выбор клавишей ОК.

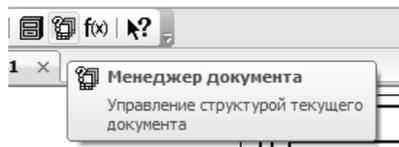


Рис. 1.4.2. Ярлык Менеджер документа

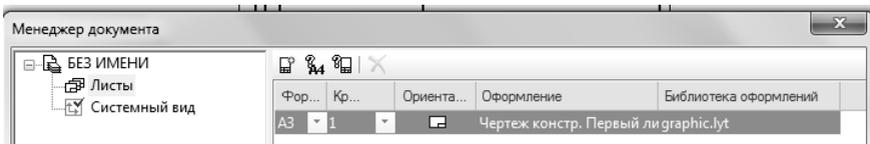


Рис. 1.4.3. Выбор формата и ориентации

3. К выбранным по умолчанию привязкам добавляем: выравнивание, середина, центр. Касание, нормаль, сетка - не включаем. Ярлык «Запретить привязки» не включаем!

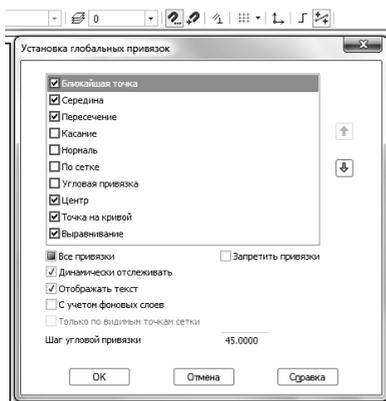
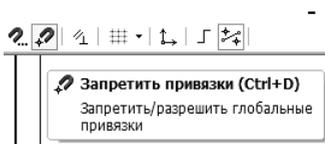


Рис. 1.4.4. Привязки



4. Выбираем управляющее меню Геометрия инструмент Вспомогательные прямые. С их помощью выполняем разметку листа по заранее посчитанным величинам.



Рис. 1.4.5 Меню Геометрия, вспомогательные прямые

Начинаем вычерчивание со вспомогательных горизонтальной и вертикальной прямых (они должны быть розового цвета). Напоми-

наем, что полную раскладку однотипного инструмента можно получить, зажав лкм (левую клавишу мыши) на необходимом ярлыке, нужный инструмент выбираем, передвигая мышь по раскладке. Необходимое расстояние между параллельными линиями задаём в Панели свойств (нижняя строка на экране компьютера).

5. По рассчитанным параметрам делаем разметку для соединения шпилькой для упрощенного варианта. Проставлять размерные числа на чертеже кроме размера резьбы не нужно. Их проставили здесь для удобства расчета.

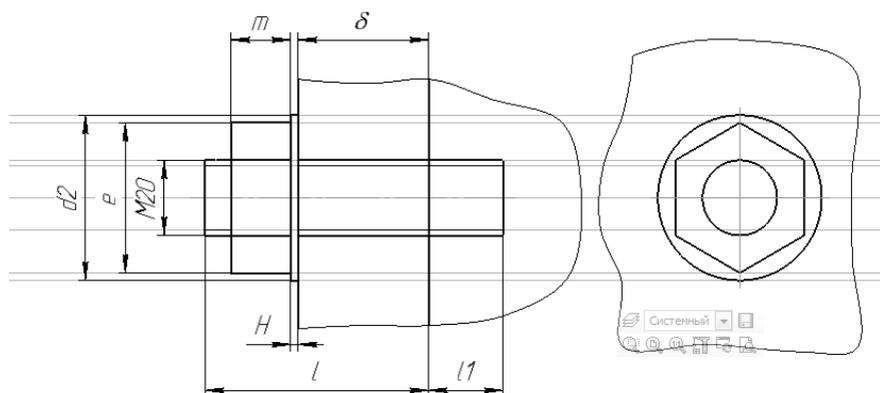


Рис. 1.4.6. Разметка соединения шпилькой вспомогательными линиями

После обвода основной линией нужных отрезков: очерков шпильки, гайки, шайбы, толщины присоединяемой детали. Границу второй детали вычерчиваем с помощью кривой Безье типом линии Для линии обрыва. Строим очерк гайки на виде слева с помощью инструмента Многоугольник, с количеством вершин 6, по диаметру описанной окружности, рис. 2.1.6.

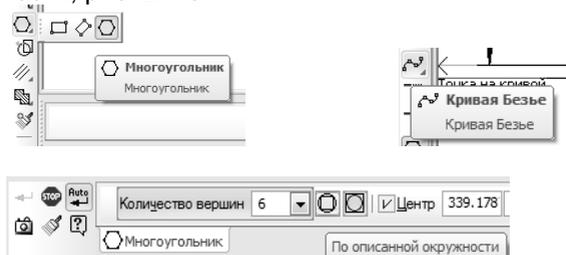


Рис. 1.4.7. Выбор инструмента и многоугольник и его параметров, Инструмент кривая Безье

На Виде слева вычерчиваем очерк шайбы и большой диаметр резьбы шпильки основными линиями. Границу обрыва проводим кривой Безье.

При необходимости стереть вспомогательную линию выделяем ее левой клавишей мыши (далее лкм) зеленым цветом нажимаем на клавишу удалить DEL. Если необходимо убрать много вспомогательных линий выбираем Редактор – Удалить – Вспомогательные кривые и точки и точки – Во всех видах рис. 1.4.6.

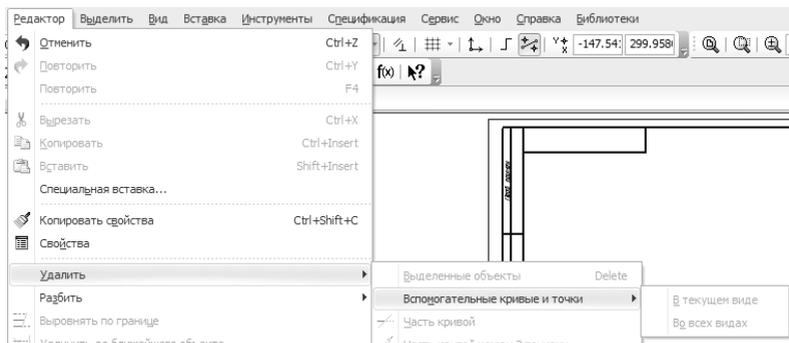


Рис. 1.4.8. Удаление многих вспомогательных линий

После удаления вспомогательных линий и штриховки материала присоединяемой детали и корпуса, упрощенное изображение соединения шпилькой готово.

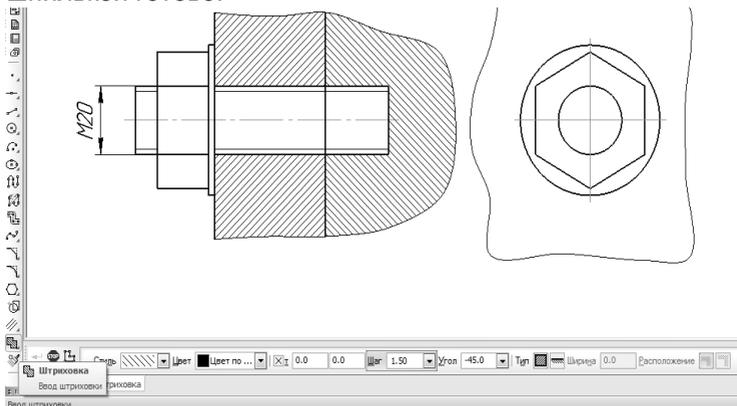


Рис. 1.4.9. Упрощенное соединение шпилькой

6. Скопируем чертеж, выделив его лкм, рис. 1.4.9. Вставим копию с левой стороны листа в ортогональной связи с исходным чертежом

Для этой цели заранее можно провести вспомогательную горизонтальную прямую, проходящую через ось симметрии шпильки.

7. Добавляем необходимые элементы оформления: фаски, штриховку и т.д. (рис. 1.4.10).

8. Остальные соединения вычертим, используя различные инструменты программы КОМПАС. Варианты заданий на странице 6, в таблице 1, образец выполнения задания на рис. 1.1.

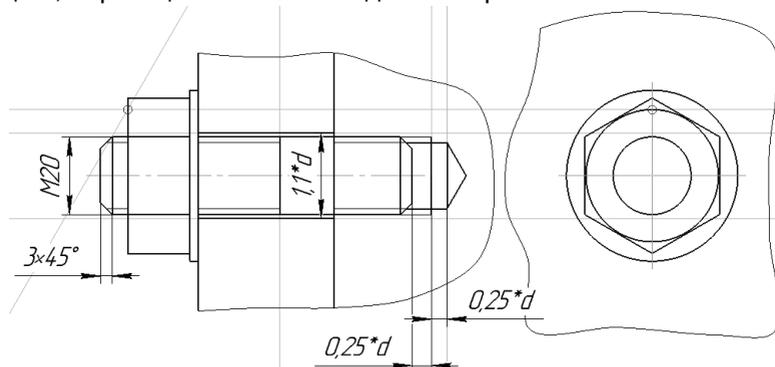


Рис. 1.4.10. Копированный и исправленный чертёж

8. После выполнения чертежа заполняется основная надпись (рис. 1.4.11). Лкм щёлкнем дважды на основную надпись в любое место.

				<i>5250.МЧ.КД.02.001</i>				
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Крепежные детали и соединения</i>	<i>Лит</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Нестеров А.В.</i>							<i>1:1</i>
<i>Проб.</i>	<i>Годарова О.В.</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	<i>1</i>
<i>Т.контр.</i>						<i>СПбГМУ, ККГ и ИП</i>		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Утв</i>					<i>Калибрвал</i>	<i>Формат А3</i>		

Рис. 1.4.11. Оформление основной надписи чертежа

После заполнения необходимых граф не забываем подтвердить введение текста командой *Создать объект* на Панели специального управления (рис. 1.4.12). После этого сохраняем документ через меню *Файл* → *Сохранить как* выбирается папка для сохранения и присваивается имя документа.



Рис. 1.4.12. Меню Специального управления

Работа готова для проверки и рецензирования

Рекомендуемая литература

Список основной рекомендуемой литературы содержит наименование учебных пособий и справочников, которые соответствуют программе раздела «Машиностроительное черчение».

При самостоятельном изучении курса студенты могут использовать любой другой учебник по черчению для высших технических учебных заведений.

Список литературы включает в себя государственные стандарты, объединенные в ЕСКД (Единую Систему Конструкторской Документации), устанавливающие основные положения и общие правила выполнения чертежей.

Используя литературу, вышедшую в разные годы, необходимо учитывать, что она может базироваться на ГОСТах, измененных позднее. Студенты обязаны руководствоваться требованиями действующих в настоящее время стандартов. Актуальные версии ГОСТ можно найти в интернете <http://vsegost.com/>

Данные методические указания используют положения стандартов, действующих с 01.01.2001 года.

1. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. ГОСТ 2.301-80 – ГОСТ 2.319-69. ИПК Издательство стандартов. Москва 2001г.
2. Азбука Компас 3D, электронное учебное пособие. АСКОН. Поставляется в составы справки КОМПАС.
3. Королёв Ю. И., Устюжанина С. Ю. Инженерная графика: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. — СПб.: Питер, 2011. — 464 с.: ил..
4. ГОСТ 2.051-2006. Электронные документы. Москва Стандартиформ 2006.
5. ГОСТ 2.052-2006. Электронная модель изделия. Москва Стандартиформ 2006.

Оглавление:	стр.
Введение	3
1. Задание 1. Крепежные детали и соединения	4
1.1. Методические указания	7
1.2. Работа в двухмерном редакторе программы Компас	31
1.3. Принципы использования двухмерных редакторов	33
1.4. Крепежные детали и соединения, Последовательность выполнения работы	36
Рекомендуемая литература	42