1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗМЕРАХ

Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Размер на чертеже — число, показывающее истинную величину изделия или его элементов независимо от масштаба и точности.

Правила нанесения размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307-2011.

Классификация размеров. Размеры разделяют по разным признакам:

- действительные — размеры установленные измерением с допустимой погрешностью;
- номинальные — размеры, относительно которых определяют предельные размеры и которые служит началом отсчета отклонений;
- исполнительные (рабочие) — размеры, подлежащие обязательному выполнению по данному чертежу;
- справочные — размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом.

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* Размеры для справок». Если все размеры на чертеже справочные, их знаком «*» не отмечают, а в технических требованиях записывают: «Размеры для справок».

К справочным размерам на чертежах деталей, в частности, относят один из размеров замкнутой размерной цепи.

Размерные базы. Перед заданием размеров необходим выбор элементов детали в качестве размерных баз для отсчёта, измерения и контроля размеров. База – это поверхность, ось или точка, которая принадлежит изделию и используется для базирования. Базированием называют придание изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

Различают три вида баз: конструкторские, технологические и измерительные.

Конструкторская база – база, по отношению к которой определяются на чертеже положения других поверхностей и геометрических элементов данной детали.

Технологическая база – база, используемая для ориентации заготовки при изготовлении детали.

Измерительная база – база, от которой производят отсчёт размеров при измерении или проверке взаимного расположения поверхностей детали.

При задании размеров на чертежах деталей в качестве размерных баз наиболее часто используют следующие базы:

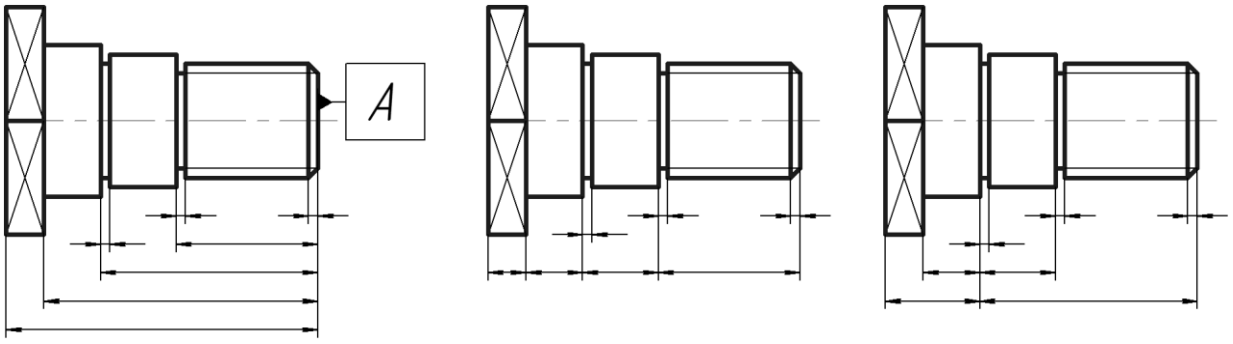
- плоскости, с которых начинается обработка, например торцовые;
- оси симметрии, взаимно перпендикулярные линии – реальные кромки деталей и другие прямые линии;
- характерные точки.

Способы простановки размеров. При конструировании деталей применяют три способа нанесения размеров на чертежах: координатный, цепной и комбинированный.

Координатный способ характерен нанесением размеров от одной базы (рис. 1, *а*). Каждый размер является координатой, определяющей расстояние от элемента детали до базы. База А является основной конструкторской базой, и с неё начинается обработка поверхностей при изготовлении детали.

Цепной способ характерен последовательным расположением размеров в виде цепочки (рис. 1, *б*). При этом способе цепочка размеров не должна быть замкнутой, т. е. если на чертеже нанесён габаритный размер, то один из размеров необходимо опустить. Способ применяют, когда надо получить точные размеры отдельных участков.

Комбинированный способ нанесения размеров соединяет в себе особенности координатного и цепного способов (рис. 1, *в*). Данный способ получил наибольшее распространение, так как обеспечивает достаточную точность и удобство изготовления, измерения и контроля деталей без дополнительных подсчётов размеров.



а *б* *в*

Рис. 1. Способы задания размеров на чертежах деталей: *а* – координатный; *б* – цепной; *в* – комбинированный

Выбор стандартизованных величин, необходим (желателен) при назначении линейных и угловых размеров, что позволяет унифицировать режущий и измерительный инструмент.

Стандарт общего применения ГОСТ 6636 – 69 «Нормальные числа в машиностроении» определяет четыре ряда предпочтительных чисел: *R*a5, *R*a10, *R*a20, *R*a40, а также ряд дополнительных размеров. Число в обозначении ряда указывает на количество различных чисел в каждом десятичном интервале данного ряда. Ряд с более мелкой градацией включает размеры предыдущих рядов. При выборе размеров рядам с более крупной градацией и входящим в них размерам должно отдаваться предпочтение.

Для размеров в интервале 1,0…9,5 установлены ряды чисел, приведенные в таблице

Ряд *R*a5	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3						
*R*a10	1,2	2,0	3,2	5,0	8,0						
*R*a20	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1	9,0	
*R*a40	1,05	1,15	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	3,0	3,4
	3,8	4,2	4,8	5,3	6,0	6,7	7,5	8,5	9,5		
Дополнительные размеры	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65	1,75	1,85	1,95	2,05	2,15	2,3
	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,4	4,9	5,2
	5,5	5,8	6,2;	6,5	7,0	7,3	7,8	8,2	8,8	9,2	9,8

Числа свыше 10 получаются умножением на 10; 100; 1000 и т. д., а числа меньше 1,0 – умножением на 0,1; 0,01; 0,001 и т. д.

Аналогично ГОСТ 8908-81 устанавливает три ряда рекомендуемых (нормальных) углов и уклонов.

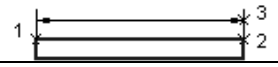
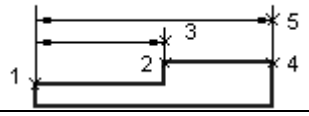
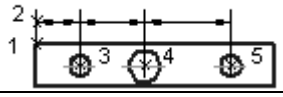
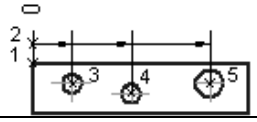
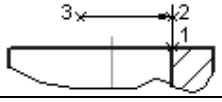
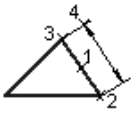
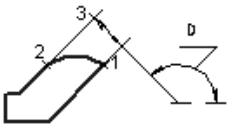
2. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЕ НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Размеры выражают основные геометрические характеристики объектов. Размеры бывают четырех основные типов: линейные, угловые, диаметральные, радиальные. Линейные размеры делятся на горизонтальные, вертикальные, параллельные, повернутые.

Двумерные редакторы предоставляют средства нанесения размеров, которые существенно упрощают этот трудоемкий процесс. Наиболее распространенным является режим полуавтоматического нанесения размеров. В

этом режиме пользователю необходимо указать нужный элемент и установить размерное число в требуемую точку.

Размеры линейные. В таблице перечислены типы линейных размеров, полуавтоматическое нанесение которых обеспечивается в двумерных редакторах.

Тип линейного размера	**Пример нанесения размера**
Обычный	
Несколько размеров от общей базы	
Цепь размеров	
С общей размерной базой	
С обрывом размерной линии	
Параллельный (размерная линия параллельная отрезку 12)	
Повернутый (размерная линия повернута на заданный угол)	

При вводе обычного (одиночного) горизонтального или вертикального размера необходимо указать точки 1 и 2 выхода выносных линий и точку 3 пересечения размерной линии со второй выносной линией. Система автоматически располагает выносные линии параллельно друг другу, а размерную линию - перпендикулярно им. Если длина размерной линии меньше суммарной длины двух стрелок, стрелки автоматически будут сформированы снаружи выносных линий.

Размеры угловые. На рис. 2.1 схематично показаны пять типов угловых размеров, полуавтоматическое нанесение которых поддерживается в двумерных редакторах. При вводе обычного (одиночного) углового размера отмечаются два непараллельных отрезка, между которыми нужно нанести размер,

затем точка на размерной дуге, положение которой определяет радиус и сектор размерной линии. "Резиновые" окружности и радиус указывают



Рис. 2.1. Типы угловых размеров

текущее положение размера на чертеже. Режим установки параметров размера аналогичен рассмотренному ранее случаю нанесения линейных размеров. При автоматическом вводе размерной надписи в ней будут проставлены знаки градуса и минуты, а в случае ручного ввода текста эти символы должен вводить пользователь.

Размеры диаметральные можно проставлять только на окружности или дуге. Для ввода диаметрального размера необходимо указать точку на элементе. Размерная линия пройдет через центр дуги или окружности и указанную точку. Последовательность выбора параметров размера такая же, как и при простановки линейных размеров. Знак диаметра подставляется в текст размерной надписи автоматически. При необходимости размерная надпись может быть полностью введена с клавиатуры.

Размеры радиальные сопровождаются прописной буквой *R*, размещаемой перед размерным числом, при этом стрелка на размерной линии должна упираться в дугу. Способ нанесения размера при различных положениях размерных линий (стрелок) определяется наибольшим удобством чтения. Для ввода нужного типа размера выбирают соответствующий вариант из меню.

Размеры толщины s или длины l можно нанести при помощи команды **Линия-выноска** со страницы **Обозначения**. При этом целесообразен следующий порядок действий:

- вызовите команду **Линия-выноска;**
- на Панели свойств во вкладке **Параметры** раскройте окно **Стрелка** и выберите строку **Вспомогательная точка;**
- на вкладке **Текст** введите толщину или длину детали по типу ***s*3** или ***l*200;**
- внутри контура детали укажите курсором точку начала линии-выноски а затем точку начала полки;
- нажмите кнопку **Создать объект** на Панели свойств.

3. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ

3.1. Примеры оформления заданий

Исходные графические данные для выполнения вариантов 1-20 учебных задач приведены в приложении.

Выполнение домашнего задания. На рис. 3.1 для варианта 31 представлены изображения трех плоских деталей (1, 2, 3), а также главный вид (4) и вид сверху (5) четвертой детали.

Необходимо дополнить изображения необходимыми размерами, используя данные из таблицы о количестве необходимых на чертеже размеров и сумме размерных чисел для 4-х типов размеров.

Нанесение размеров	Вариант 31	Тип размера	Количество размеров / Сумма размерных чисел				
Представлены изображения трех плоских деталей (1, 2, 3), а также главный вид (4) и вид сверху (5) четвертой детали. Нанесите размеры, используя данные из таблицы о количестве необходимых на чертеже размеров и сумме размерных чисел для 4-х типов размеров.		Горизонтальный	3 / 97	2 / 50	3 / 119	4 /112,8	/
		Вертикальный	4 / 75	3 / 70	2 / 136	6 / 138	/
		Радиальный	1 / 4	1 / 10	5 / 116	/	1 / 6,3
		Диаметральный	1 / 4	1 / 20	3 / 60	1 / 6	2 / 61
		Фасок, прочий	2	3	1		
		Изображение	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
		Общая сумма размерных чисел	180	150	431	254,8	67,3

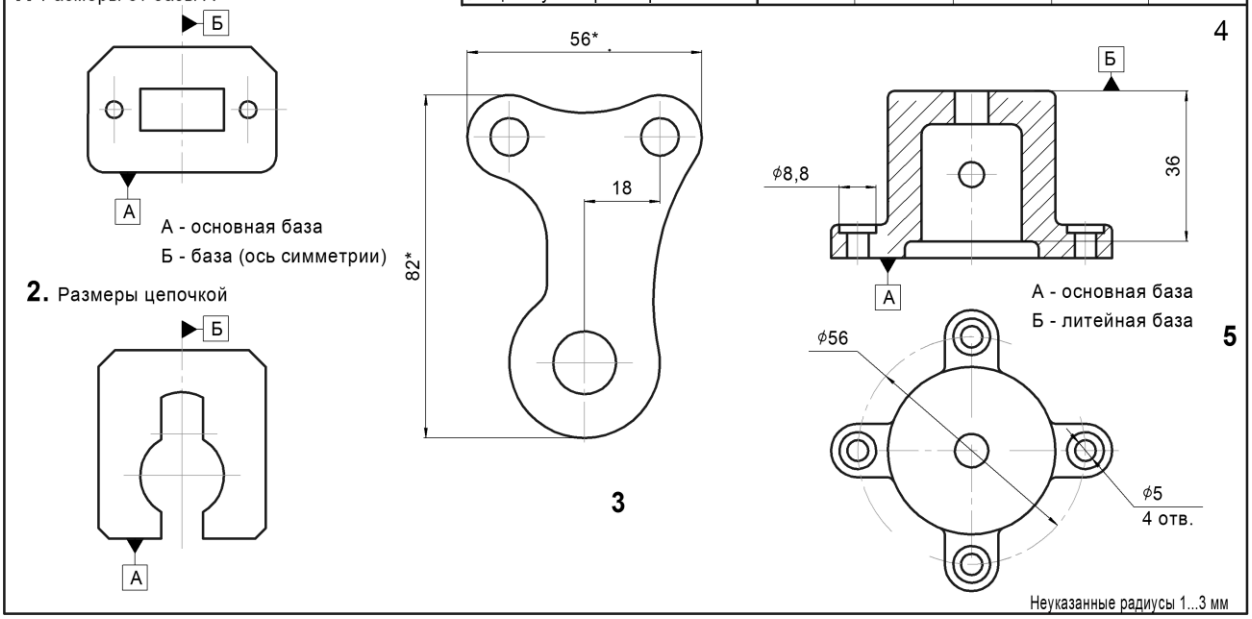


Рис. 3.1. Исходные данные для выполнения варианта задания

Домашнее задание оформляется на двух листах формата А4. На листе 1 изображаются плоские детали 1, 2, 3, а на листе 2 – две проекции детали, заданной изображениями 4 и 5.

Создавать изображения целесообразно в параметрическом режиме, при котором параметрические связи и ограничения накладываются автоматически [1]. В этом случае можно сделать так, чтобы во всех новых графических документов по умолчанию был включен параметрический режим.

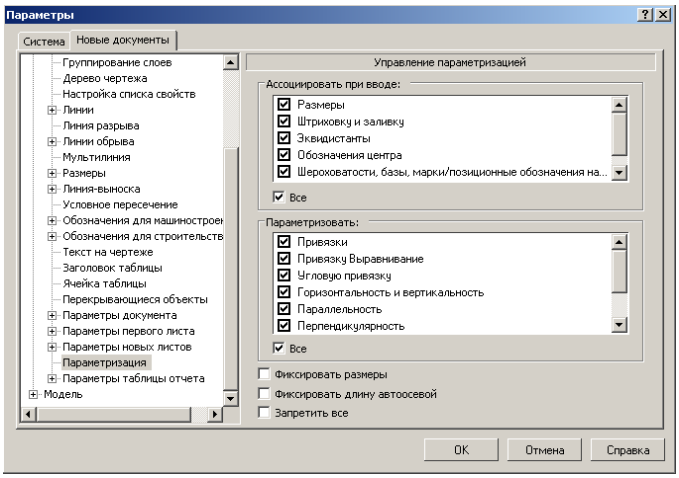


Рис. 3.2. Настройка параметрического режима

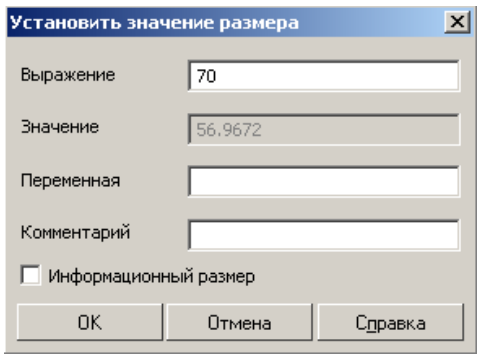


Рис. 3.3. Панель изменения значения ассоциативного размера

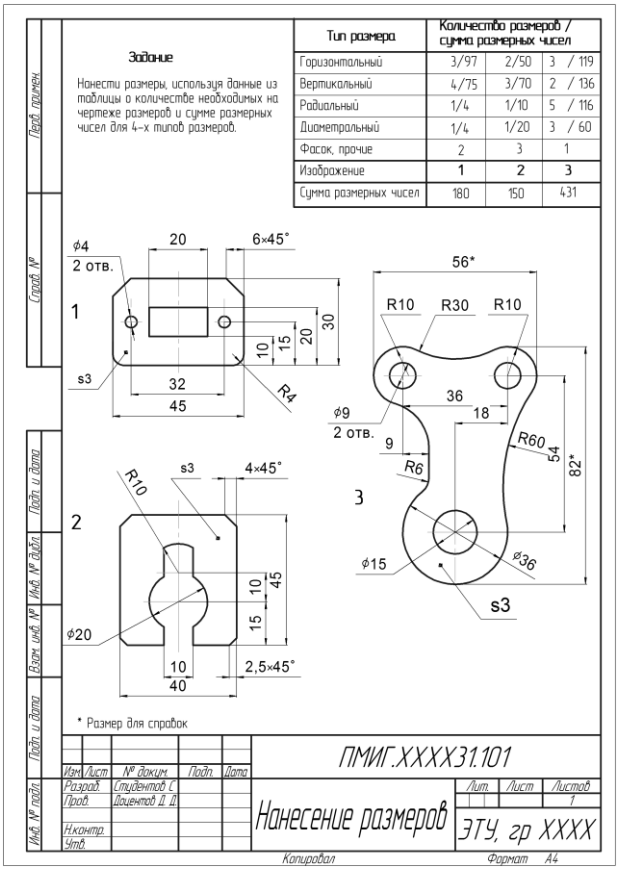


Рис. 3.4. Оформления листа 1

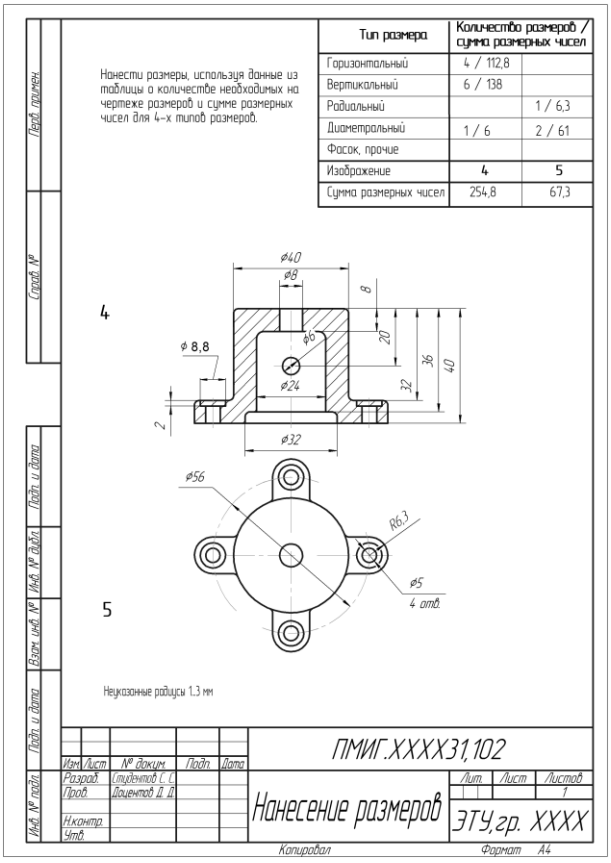


Рис. 3.5. Оформления листа 2

Для этого вызовите команду **Сервис – Параметры… - Новые документы – Графический документ – Параметризация**. На экране появится

панель настройки параметрического режима (рис. 3.2). Чтобы изменить значение ассоциативного размера необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на тексте надписи размера. На экране появится панель для ввода значения размера в окне **Выражение** и при необходимости имени переменной (рис. 3.3).

На рис. 3.4 и 3.5 представлены примеры оформления листов 1 и 2 домашнего задания.

При назначении размеров следует учитывать требования ГОСТ 6636-69.

Контроль выполнения заданий в компьютерном классе. Каждый студент получает вариант тестового задания в виде файла с расширением *cdw* системы КОМПАС-3D. За отведенное время необходимо представленные изображения дополнить необходимыми размерами, используя данные из таблицы о количестве необходимых на чертежах размеров и сумме размерных чисел для 4-х типов размеров (рис. 3.6).

Нанесение размеров	Вариант 31	Тип размера	Количество размеров / Сумма размерных чисел				
Представлены изображения трех плоских деталей (1, 2, 3), а также главный вид (4) и вид сверху (5) четвертой детали. Нанесите размеры, используя данные из таблицы о количестве необходимых на чертеже размеров и сумме размерных чисел для 4-х типов размеров.		Горизонтальный	3 / 97	2 / 50	3 / 63	4 / 112,8	-
		Вертикальный	4 / 75	3 / 70	2 / 136	6 / 138	-
		Радиальный	1 / 4	1 / 10	5 / 116	-	1 / 6,3
		Диаметральный	1 / 4	1 / 20	3 / 60	1 / 6	2 / 61
		Фасок, прочий	2	3	1	-	-
		Изображение	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
		Общая сумма размерных чисел	180	150	365	254,8	67,3

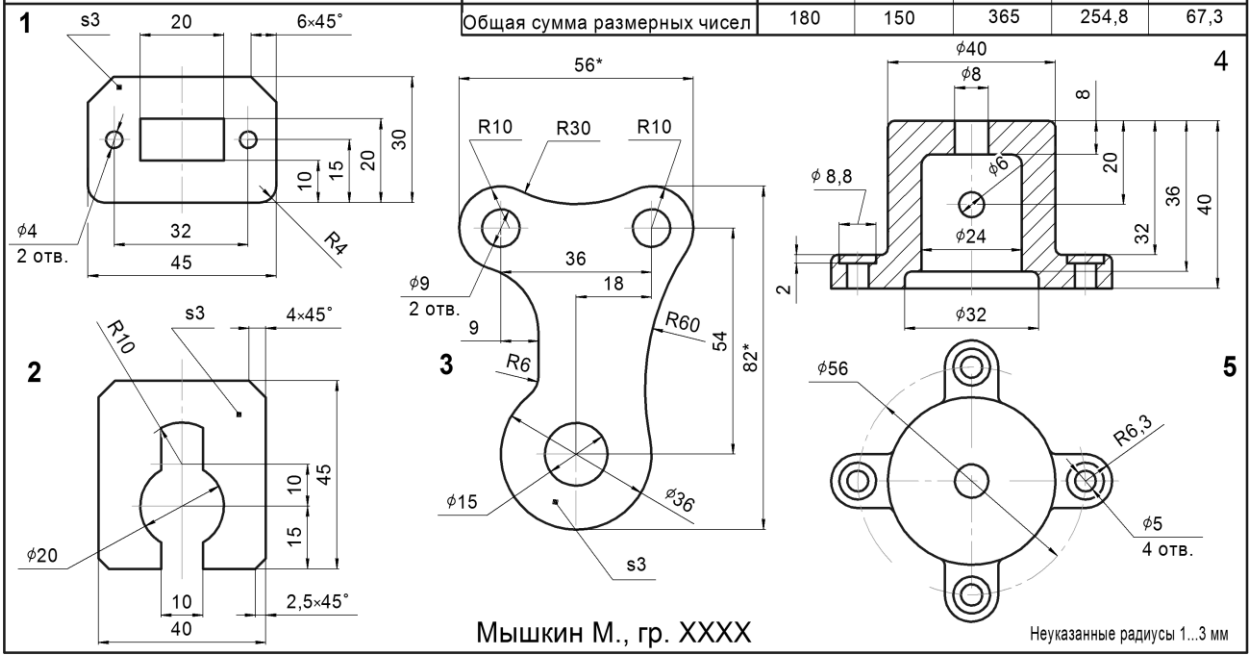


Рис.3.6. Оформление задания, выполняемого в компьютерном классе

При оформлении выполненного задания необходимо учитывать следующие требования и рекомендации:

1. Решение сохраняется в файле с именем, которое содержит номер варианта и фамилию, например ***031_Мышкин_М*** ;
2. Фамилия и номер учебной группы указываются под изображениями (рис. 3.6);
3. Вспомогательные надписи и обозначения баз в файле с исходными данными удаляются;
4. Если по результатам выполнения задания, полученные данные по количеству размеров и суммам размерных чисел отличаются от некоторых указанных в таблице, то эти некоторые данные в таблице выделяются желтым цветом.
5. Возможно удаление рамки и более свободное размещение исходных изображений для обеспечения выполнения п. 2.10 ГОСТ 2.307-2011, в котором говорится, что минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа.

3.2. Использование данных табличных рекомендаций

Данные таблицы о количестве необходимых на чертеже размеров следует использовать на первом этапе выполнения задания. Отдельные размеры, нанесенные на исходных изображениях и обозначения баз, позволяют получить итоговый результат максимально приближенный к значениям таблицы.

Данные таблицы о сумме размерных чисел для 4-х типов размеров являются руководящими для правильного нанесения размеров для плоских деталей 1, 2, 3.

Чтобы при выполнении задания по нанесению размеров на изображениях 4, 5 был получен результат максимально приближенный к «табличному» необходимо ввести ряд ограничений. В частности, следует учитывать п. 1.16 ГОСТ 2.307-2010, в котором указано следующее:

«При выполнении рабочих чертежей деталей, изготовляемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающего механически обрабатываемые поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке».

Таким образом, на чертежах литых деталей, требующих механической обработки размеры указывают так, чтобы только один размер оказался проставленным между необработанной поверхностью — литейной базой и необработанной — основной размерной базой. Такой размер позволяет быстро найти по чертежу эти базовые поверхности (как правило, плоскости). Размерные линии до обработанных поверхностей проводят от основной размерной базы. От литейной базы указывают размеры до необработанных поверхностей. Некоторые из этих необработанных поверхностей, ориентированных от литейной базы, могут являться вспомогательными — для удобства измерения и задания контролируемых величин.

Исходные данные (рис. 3.7, *а*) ориентированы на получение результата, показанного на рис. 3.7, *в*. На рис. 3.7, *а* на изображении 4 двумя знаками *Шероховатость* отмечаются обработанные поверхности и показана *Литейная база*, а на изображении 5 указаны диаметральный и угловой размеры.

На рис. 3.7, *б* и рис. 3.7, *в* показаны 2 варианта правильного нанесения размеров. Количество размеров для каждого варианта свое, так как зенковка на рис. 3.7, *в* определяется единственным размером фаски, а на рис. 3.7, *б* двумя размерами – горизонтальным *диаметр 24* и угловым *90°*.

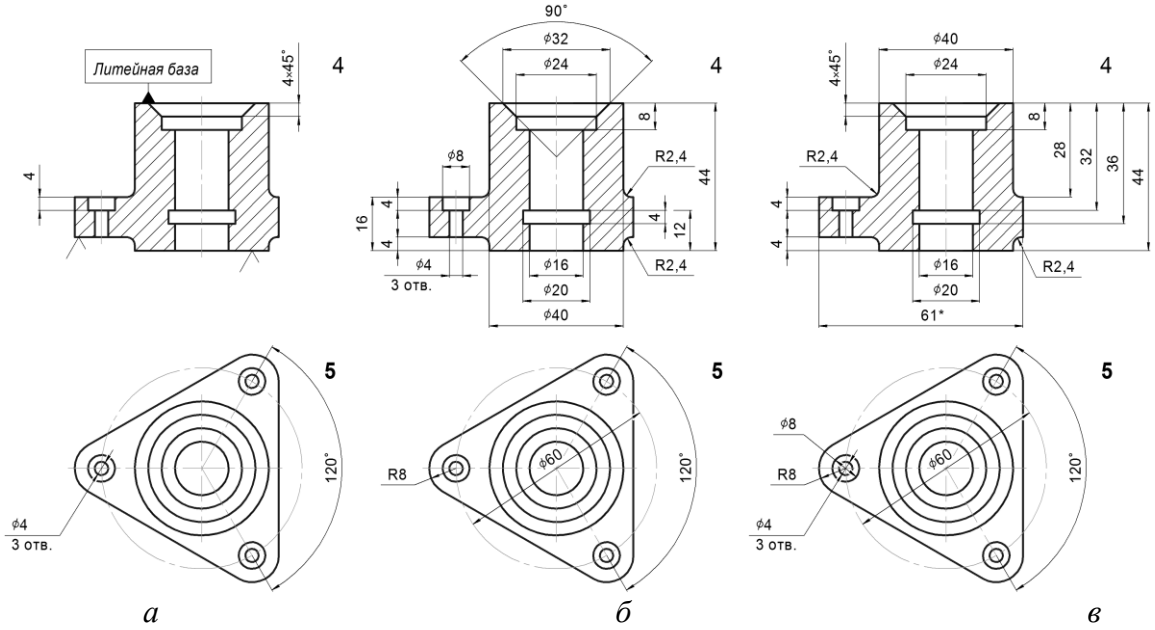


Рис. 3.7. Изображение литой детали: *а* – исходные данные, *б, в*.- с размерами

В таблице представлены данные по суммированию размерных чисел на изображениях рис. 3.7, *в*. Очевидно, что любые ошибки при нанесении размеров отразятся в рассчитанных суммах размерных чисел.

Тип размера	Количество размеров / Сумма размерных чисел	
Горизонтальный	4 / 101	1 / -
Вертикальный	7 / 156	2 / -
Радиальный	2 / 4,8	1 / 8
Диаметральный		3 / 72
Фаска, прочие	1	
Изображение	4	5
Общая сумма размерных чисел	261,8	80

На рис. 3.7, *в* вертикальный габаритный размер является единственным, который связывает механически обрабатываемую поверхность с поверхностью, не подвергаемой механической обработке, четыре вертикальных размера (8, 28, 32, 36 мм) нанесены от литейной базы, один вертикальный размер 4 мм связывает 2 обрабатываемые поверхности, а второй нанесен от вспомогательной базы для удобства контроля.

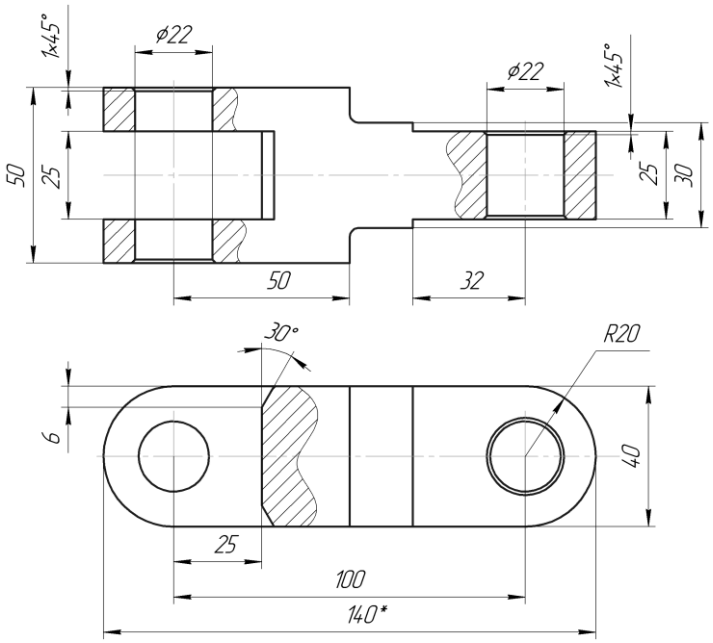


Рис. 3.7. Изображение

Список литературы

1. Большаков В. П. Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D. Практикум. СПб.: БХВ-Петербург, 2010, 496 с.

2. Большаков В. П., Бурлуцкая Н. Б., Чагина А. В., Нанесение ассоциативных размеров при построении 3D-моделей деталей: учеб-метод. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, 2016. 34 с.