

Н. М. БОБКОВ

Лекции по общему конструированию РЭС

Раздел 1 Общие сведения

Лекция 1.5 ДЕТАЛЬ – ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

1 Сокращения

БЧ – без чертежа. Применяется только в столбце «Формат» спецификации.

ЕСКД – Единая система конструкторской документации

2 О понятии «деталь» в ЕСКД

D1 деталь: Изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла, литой корпус; пластина из биметаллического листа; печатная плата; маховичок из пластмассы (без арматуры); отрезок провода или кабеля заданной длины. Эти же изделия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным), независимо от вида, толщины и назначения покрытия, или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки, сшивки и т. п., например: винт, подвергнутый хромированию; трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона [1].

Деталь представляет собой физическое тело, выполненное из одного материала (рисунок 1) или из механически неразделяемой композиции материалов (рисунок 2).

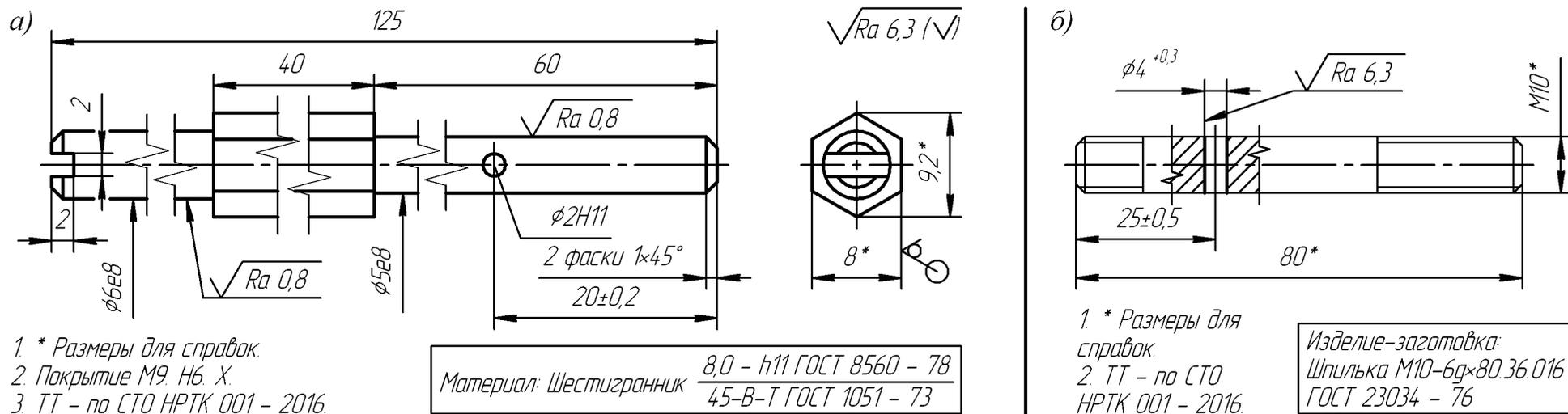
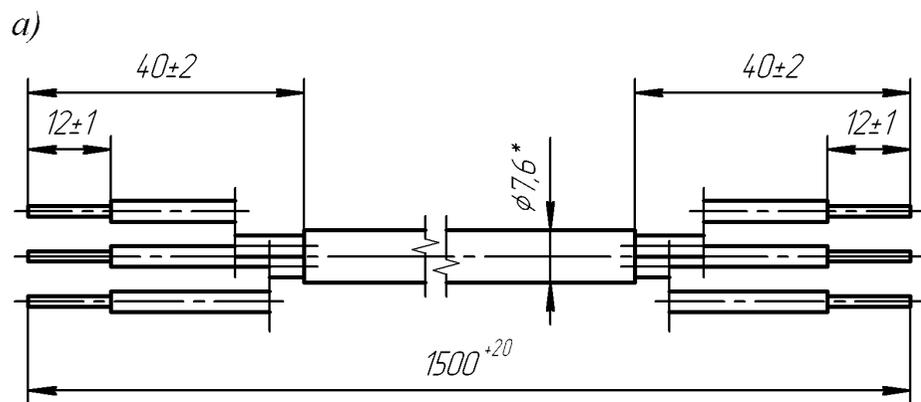
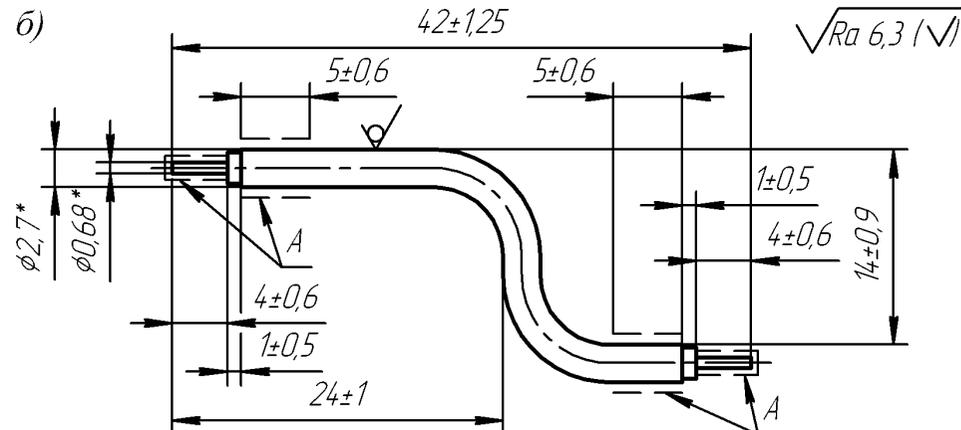


Рисунок 1 – Примеры деталей: а) Валик 746612.001, выточенный из шестигранного прутка металла;
 б) Шпилька 758281.001, полученная доделкой стандартной шпильки-заготовки



- 1 * Размер для справок.
2. ТТ к разделке провода и креплению жил по ГОСТ 23587 - 96.

Материал: ПВХ 3×1,00
ГОСТ 7399 - 97



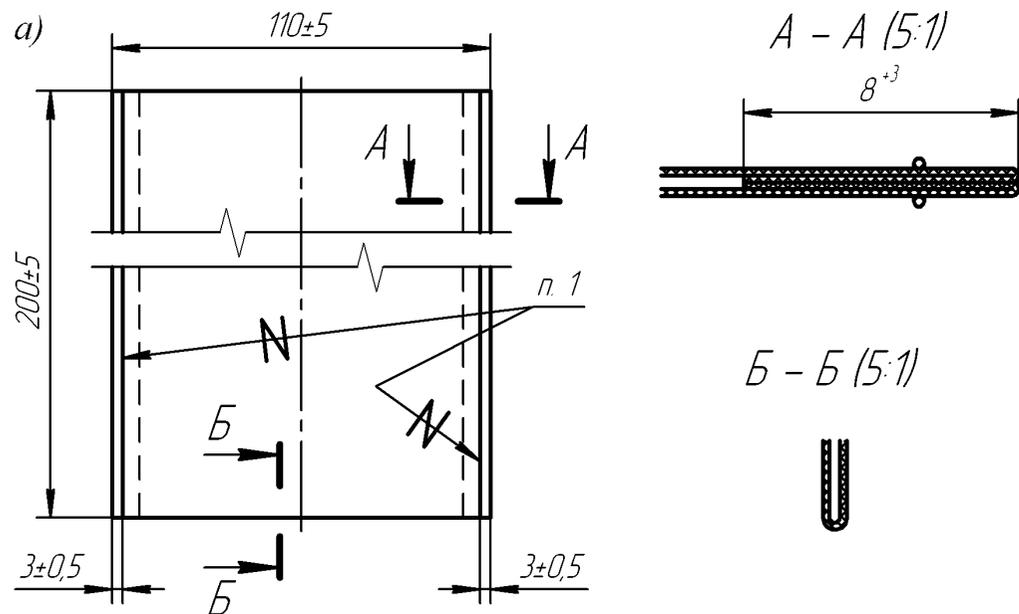
- 1 * Размеры для справок.
2. Внутренние радиусы сгибов 5 мм.
3. Покрытие поверхн. А Гор. ПОС 61.
4. ТТ - по СТО НРПК 001 - 2016.

Кабель РК50-2-25
ТУ 16-505.806 - 81

Рисунок 2 – Примеры деталей: Провод 757441.001 (а) и Кабель 757454.053 (б), изготовленные из провода-материала и кабеля-материала отрезкой и удалением защитной оболочки, экрана и изоляции по заданным размерам

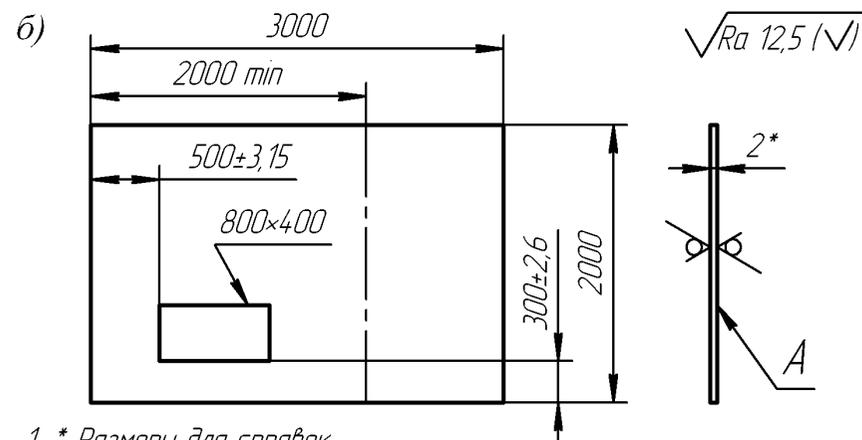
Несколько более сложных примеров деталей приведены на рисунках 3 и 4. Мешок по рисунку 3, а, изготовленный местной шивкой из одного куска ткани, по определению $D1$ является деталью. В соответствии с ЕСКД [2] нитки должны записываться в технических требованиях чертежа, так же как припой или клей. Иногда конструкторскую документацию на такие изделия оформляют как на сборочные единицы (выпускают сборочные чертежи и спецификации, включая в спецификации в качестве составных частей ткань и нитки). Это не соответствует ЕСКД.

Чертеж (рисунок 3, б) допускает изготовление панели сваркой (т. е. сборкой) из двух частей. Но и такой производственно-технологический сборный вариант панели следует относить к деталям.



1. Нитки х/б 40 "Прима", белые, КОС ГОСТ 6309 - 93 Швы машинные, размер стежка 3 ± 1 мм.
2. ТТ - по СТО НРПК 001 - 2016.

Материал:
полотно плащевое гладкокрашеное
3104 ГОСТ 7297 - 90



1. * Размеры для справок.
2. Допускается изготавливать из двух частей сваркой встык по штрих-пунктирной линии. На поверхн. А сварной шов зачистить заподлицо с основным металлом.
3. Покрытие поверхн. А эмаль МЛ-158 "Шагрень" серо-бежевая. III. У2 ТУ 6-10-1096 - 76.
4. ТТ - по СТО НРПК 001 - 2016.

Материал: лист $\frac{БТ-ПН-0-2,0 \text{ ГОСТ } 19904 - 90}{К270В 5-И-Г-10кп \text{ ГОСТ } 16523 - 97}$

Рисунок 3 – Примеры деталей, состоящих из нескольких частей:
а) Мешок 735231.001, б) Панель 741126.001

Изделие, получаемое разрезкой заготовки на части или состоящее из двух и более совместно обрабатываемых частей, применяемых только совместно и не взаимозаменяемых с такими же частями другого такого же изделия, разрабатывается один чертеж (рисунок 4, а) [3]. Этот набор нескольких (на рисунке 4, а – двух) совместно обрабатываемых и совместно применяемых частей считается одной деталью.

Напротив, на чертеже изделия, получаемого разрезкой заготовки на части и взаимозаменяемого с любым изделием, изготовленным из других заготовок по данному чертежу, изображение заготовки не помещают, приводят только одну часть (рисунок 4, б), и только эта часть считается деталью.

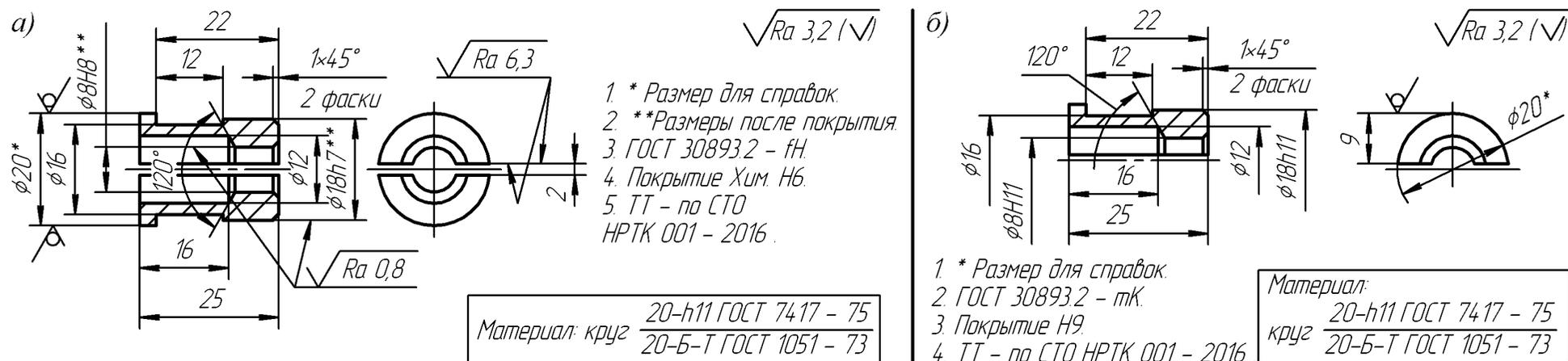
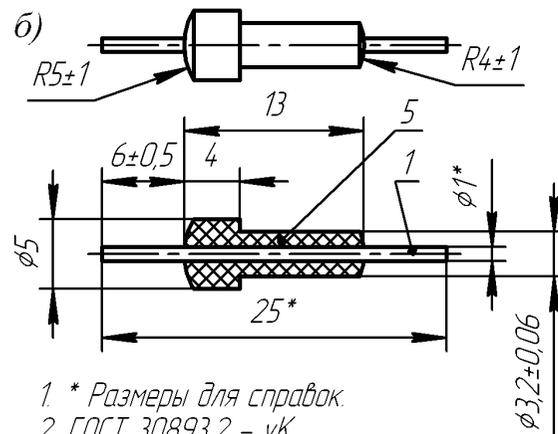


Рисунок 4 – Детали, получаемые разрезкой заготовки на части:

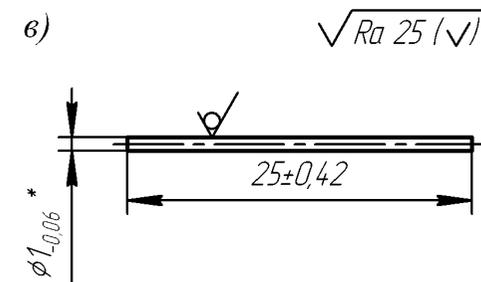
а) Втулка 723352.001, б) Сухарь 723352.002

В приведенных примерах на каждую деталь выпущен чертеж детали. Но так бывает не всегда. ЕСКД разрешает не выпускать чертежи на некоторые детали. Можно не выпускать чертежи на детали, изготовляемые из фасонного или сортового материала отрезкой под прямым углом, из листового материала отрезкой по окружности или по периметру прямоугольника без последующей обработки. Например, контакт поз. 1 монтажной стойки по рисункам 5, а, б может изготавливаться по чертежу детали (рисунок 5, в). Спецификация монтажной стойки в этом случае оформляется, как показано на рисунке 5, а.

а)		Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
Формат	Зона				
			<u>Документация</u>		
A4		687228.001СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Детали</u>		
A4	1	7574 71.001	Контакт	1	
			<u>Материалы</u>		
	5		Пресс-материал	0,25	2
			ДСВ-2-Л ГОСТ 17478 - 95		



1. * Размеры для справок.
2. ГОСТ 30893.2 - vK.
3. На стыках поверхностей, изображенных острыми, допускаются скругления радиусом 0,3 max мм.
4. ТТ - по СТО НРПК 003 - 2016



1. * Размер для справок.
2. Покрытие О-Вн(99,8)6.
3. ТТ - по СТО НРПК 001 - 2016.

Материал: проволока ДКРНТ
1,0 БТ Л63 ГОСТ 1066 - 90

Рисунок 5 – Наиболее распространенный вариант оформления комплекта конструкторских документов на сборочную единицу «Стойка монтажная 687228.001»

а) спецификация 687228.001, б) сборочный чертеж 687228.001СБ,

в) чертеж детали «Контакт 757471.001», входящей в стойку 687228.001

Но данные для изготовления контакта могут быть приведены не в чертеже детали, а в спецификации:

а) в разделе «Детали» (рисунок 6, а) с присвоением контакту обозначения, наименования и указанием БЧ (без чертежа) в графе «Формат»,

б) в разделе «Материалы» (рисунок 6, б) без присвоения обозначения и наименования и с указанием количества в единицах длины, массы или других единицах.

а)

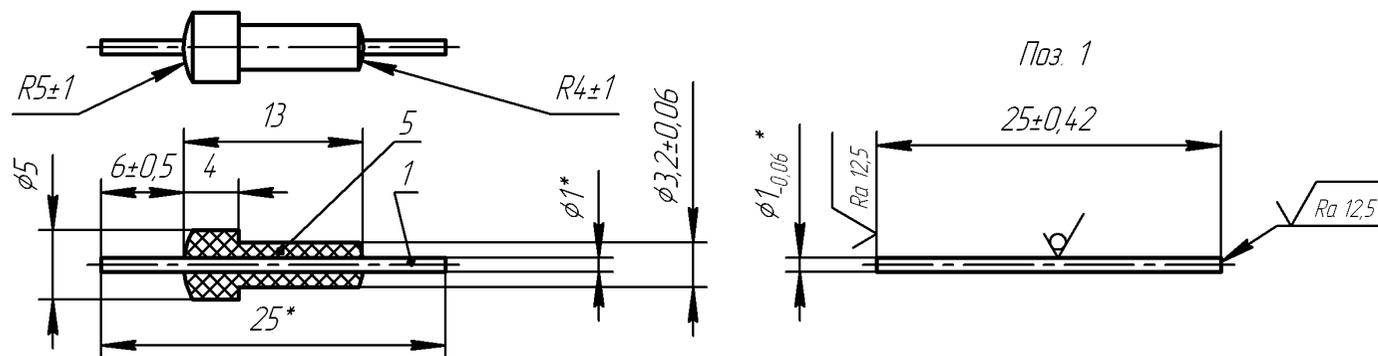
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A4			687228.001СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
Б4	1	7574.71.001	Контакт	1	Покрытие	
			Проволока ДКРНТ 1,0		0-Вн/99,8/6	
			НД 163 ГОСТ 1066 -90			
			L=25±0,42 мм			
				<u>Материалы</u>		
	5		Пресс-материал	0,25	z	
			ДСВ-2-Л ГОСТ 17478 - 95			

б)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A4			687228.001СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Материалы</u>		
	1		Проволока ДКРНТ 1,0	25	мм	
			НД 163 ГОСТ 1066 -90		Покрытие	
			L=25±0,42 мм		0-Вн/99,8/6	
	5		Пресс-материал	0,25	z	
			ДСВ-2-Л ГОСТ 17478 - 95			

Рисунок 6 – Варианты оформления спецификации на монтажную стойку 687228.001 (рисунок 5) в тех случаях, когда чертеж детали на входящий в нее контакт не выпускается

Данные для изготовления контакта также могут быть приведены на отдельном рисунке сборочного чертежа на монтажную стойку (рисунок 7). Обозначение материала записывают в спецификацию как на рисунке 6, б, но без указания покрытия в примечании.



1. * Размеры для справок.
2. ГОСТ 30893.2 – vK
3. Покрытие поз. 1 – O-Vи(99,8)6.
4. Прессовочные уклоны в пределах допусков на размеры.
5. На стыках поверхностей, изображенных острыми, допускаются скругления радиусом 0,3 max мм.
6. ТТ – по СТО НРПК 003 – 2016.

Рисунок 7 – Вариант оформления сборочного чертежа на монтажную стойку 687228.001 (рисунок 5)

Можно не выпускать чертежи деталей на детали, которые соединяется запрессовкой, пайкой, сваркой, клепкой или другими подобными способами с другими менее сложными и меньших размеров деталями. В этом случае на сборочных чертежах изделий помещают все размеры и другие данные, необходимые для изготовления и контроля основной детали, и выпускают чертежи только на менее сложные детали. Для таких составных частей как изолятор поз. 5 на рисунке 5, б этот способ выполнения чертежа является единственно возможным, поскольку изолятор может быть сформован только в процессе сборки с контактом поз. 1 по сборочному чертежу.

2 Элементы *t*-системы «деталь»

Конструктивные решения, составляющие конструкцию детали, можно объединить в три группы:

- а) конструктивные решения, характеризующие форму детали: форма отдельных поверхностей – элементов общей поверхности детали, допустимые отклонения формы и допустимые шероховатости этих поверхностей;
- б) размеры элементов детали, взаимное расположение поверхностей детали, допустимые отклонения размеров, допустимые отклонения расположения поверхностей детали;
- в) конструктивные решения, характеризующие материал детали – вид, марка и сортament основного материала,

вид (марка) материала покрытия, допустимые заменители основного материала и материала покрытия, свойства материалов (прочностные, электрические, магнитные и т. д.).

Соответственно и задача конструирования детали разделяется на три относительно независимые задачи – выбор формы детали, выбор размеров и выбор материала детали [4].

Деталь при известном материале однозначно задается указанием форм, размеров и взаимного расположения в пространстве геометрических элементов ее общей поверхности.

D2 геометрический элемент; элемент: Обобщенный термин, под которым в зависимости от соответствующих условий может пониматься поверхность, линия, точка [5, 6].

В стандарте [6] элементы детали делятся на полные и производные.

D3 полный геометрический элемент: Поверхность или линия на поверхности.

D4 производный геометрический элемент: Средняя точка, средняя линия или средняя поверхность, которые произведены от одного или нескольких полных элементов.

К производным элементам, в частности, относятся центры сфер, оси поверхностей, плоскости симметрии двух или более плоскостей.

Форма реальных геометрических элементов изготовленных деталей в большей или меньшей степени отличаются от их идеальных образов, созданных воображением конструктора и отраженных им на чертеже. В связи с этим элементы детали делятся: полные – на номинальные, реальные, выявленные и присоединенные; производные – на номинальные, выявленные и присоединенные (рисунок 8, а).

D5 номинальный полный элемент: Точный, полный геометрический элемент, определенный чертежом или другими средствами.

D6 номинальный производный элемент: Центр, ось или плоскость симметрии, которые произведены от одного или нескольких номинальных полных элементов.

D7 реальная поверхность детали: Совокупность физически существующих геометрических элементов, которые отделяют всю деталь от окружающей среды.

D8 реальный геометрический элемент: Полный геометрический элемент как часть реальной поверхности детали, ограниченная соседними реальными полными геометрическими элементами.

Реальных производных элементов не существует.

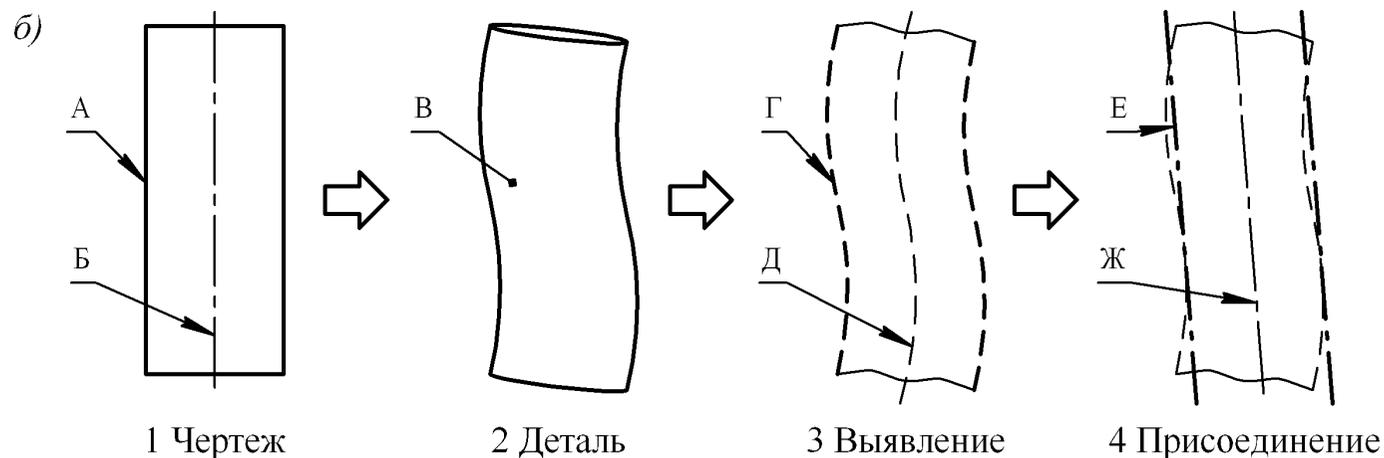
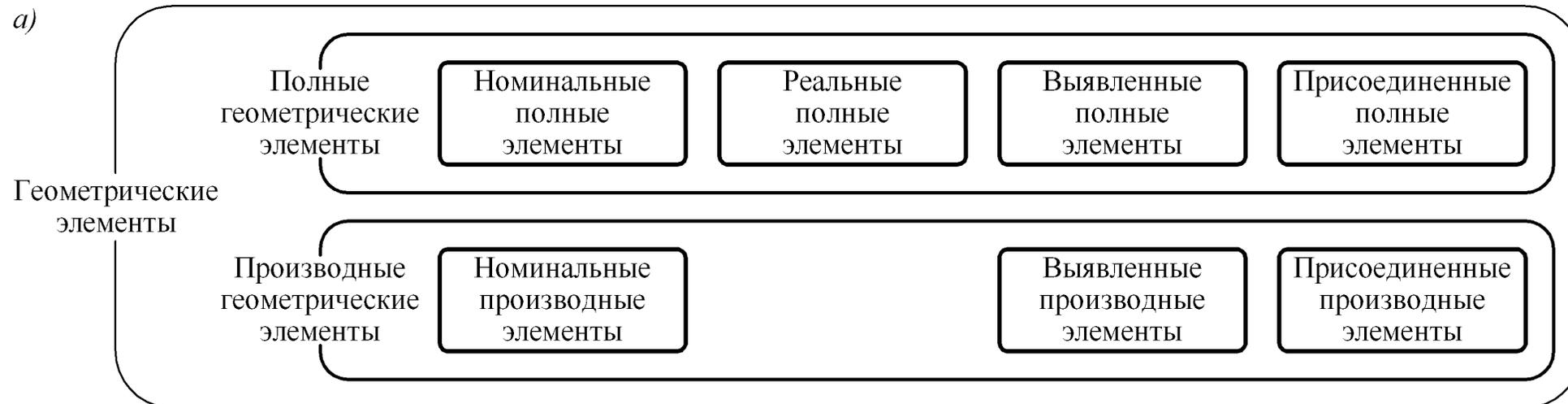


Рисунок 8 – Классификация (a) и взаимосвязь (б) геометрических элементов по стандарту [6]:

А – номинальный полный элемент, Б – номинальный производный элемент, В – реальный элемент, Г – выявленный полный элемент, Д – выявленный производный элемент, Е – присоединенный полный элемент, Ж – присоединенный производный элемент

D9 выявленный полный элемент: Приближенное представление реального полного геометрического элемента, которое получают с помощью регистрации конечного (ограниченного) числа точек реального полного геометрического элемента при соблюдении согласованных условий.

D10 выявленный производный элемент: Центральная точка, средняя линия или средняя поверхность, произведенные от одного или нескольких реальных полных элементов.

Производная средняя линия выявленной цилиндрической поверхности называется выявленной средней линией (выявленной осью). Производная средняя поверхность двух противоположащих выявленных плоских поверхностей называется выявленной средней поверхностью.

D11 присоединенный полный элемент: Полный элемент правильной формы, присоединенный (совмещенный) к выявленному полному элементу при соблюдении согласованных условий.

D12 присоединенный производный элемент: Центр, ось или плоскость симметрии, произведенная от одного или нескольких присоединенных полных элементов.

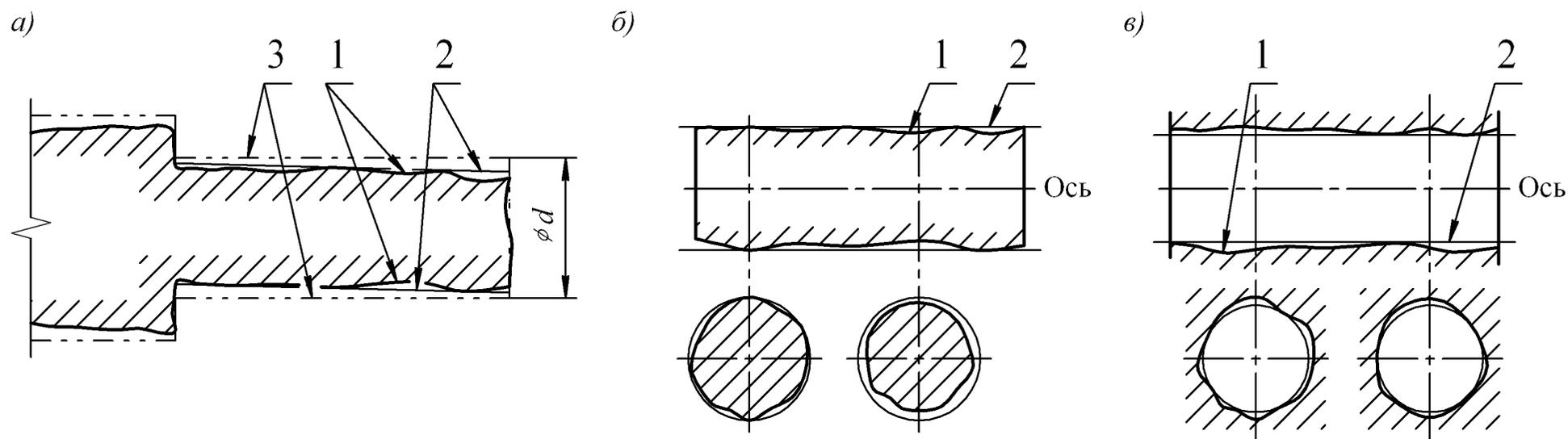


Рисунок 9 – Элементы цилиндрической поверхности:

1 – реальный элемент, 2 – присоединенный полный элемент, 3 – номинальный элемент

Примеры элементов цилиндрической поверхности приведены на рисунке 9.

Термины по стандарту [6] отличаются от терминов, применяющихся по ранее разработанным стандартам [5, 7]. Принципиальное отличие состоит в том, что в последних стандартах отсутствует термин «выявленный элемент» или его эквивалент. Термины «реальная поверхность», «реальная профиль» по этим стандартам в ряде случаев фактически соответствуют терминам «выявленная поверхность», «выявленный профиль» в соответствии [6].

Например, по стандарту [5] отклонение реальной формы элемента от номинальной оценивается наибольшим расстоянием от точек *реального* элемента по нормали к прилегающему элементу. Фактически отклонение реальной формы элемента от номинальной оценивается наибольшим расстоянием от точек *выявленного* элемента по нормали к прилегающему элементу. Прилегающие элементы по стандарту [5] – это виды присоединенных элементов по стандарту [6].

D13 размерный элемент: Геометрическая форма, определяемая линейным или угловым размером [6].

Размерными элементами могут быть цилиндр, сфера, две параллельные плоскости, конус или призма.

По функциональному назначению поверхности детали классифицируются в соответствии со схемой на рисунке 10.

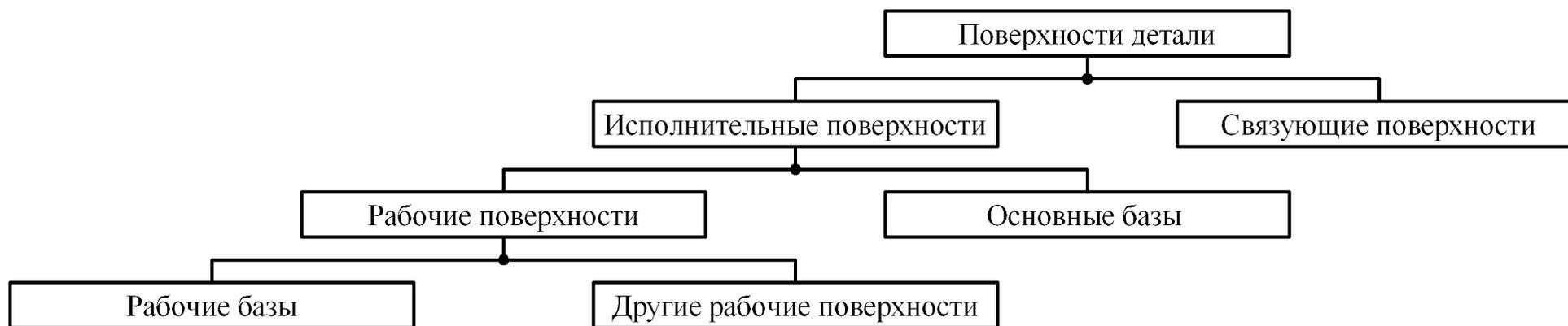


Рисунок 10 – Схема классификации поверхностей деталей

D14 рабочая поверхность детали: Отдельная поверхность (участок общей поверхности) детали, при помощи которой деталь выполняет свое служебное назначение.

D15 основная база детали: Совокупность участков общей поверхности детали, при помощи которых определяется положение этой детали в t -системе, составной частью которой деталь является.

Понятие «исполнительная поверхность» – объединение понятий «рабочая поверхность» и «основная база» по стандарту [8]. В процессе выполнения деталью своего служебного назначения ее исполнительные поверхности находятся в полезном взаимодействии с окружающей средой: соприкасаются (сопрягаются) с другими деталями, проводят электрический ток, отражают или поглощают световые лучи, электромагнитные поля и т. д.

Вспомогательные базы по стандарту [8] предназначены для выполнения деталью одной из ее функций и их следует рассматривать как вид рабочих поверхностей и называть рабочими базами.

D16 рабочая база детали: Совокупность участков общей поверхности детали, при помощи которых определяется положение других составных частей t -системы относительно данной детали.

«Свободные поверхности» стандарту [8] совсем не свободные. Термин «связующая поверхность» из [9] правильнее отражает назначение этих поверхностей – объединить исполнительные поверхности в единую замкнутую пространственную поверхность, ограничивающую тело детали.

3 Размеры – внутренние связи t -системы «деталь»

Основанием для определения величины элементов изделия служат нанесенные на чертеже размеры [10]. Если деталь рассматривать как t -систему, элементами которой являются поверхности, части, линии, точки этих поверхностей, то размеры, а также соотношения соосности, параллельности, перпендикулярности и т. д. – это внутренние связи t -системы «деталь». Чем больше размеров и соотношений, больше элементов и связей, тем сложнее эта t -система (рисунок 11).

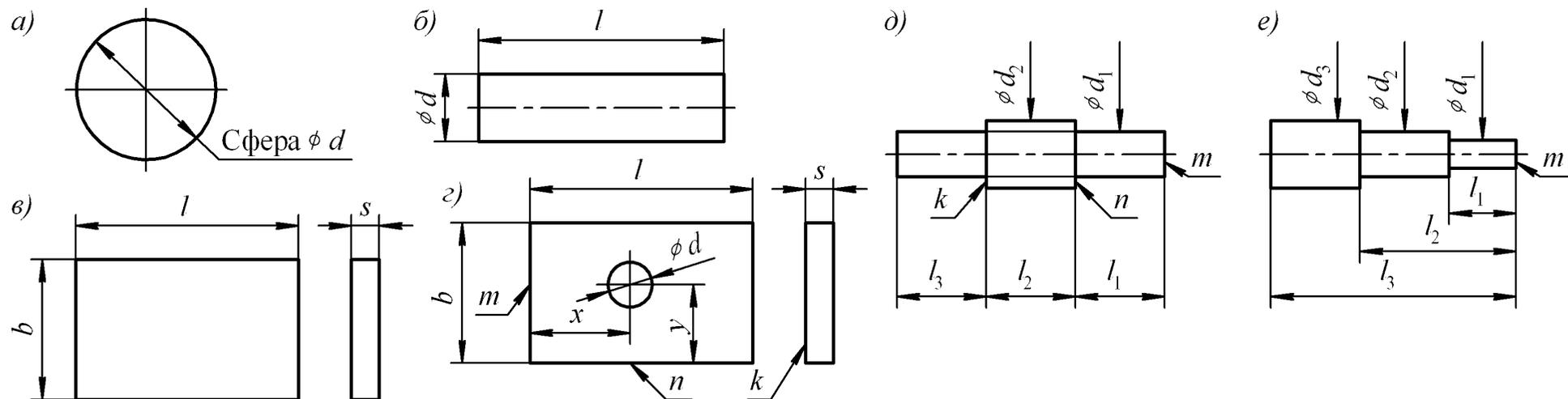


Рисунок 11 – Примеры комплектов размеров деталей

В производстве размеры и формы элементов деталей не могут быть выдержаны абсолютно точно, и в изготовленной детали они всегда в большей или меньшей степени отличаются от установленных чертежом. Точность, с которой должны выполняться геометрические параметры детали, задается на чертеже указанием предельных отклонений размеров, предельных отклонений формы и расположения поверхностей, допустимых шероховатостей поверхностей.

Обычно в качестве размерных чисел на чертежах указывают номинальные размеры отдельных поверхностей детали и номинальные расположения одних элементов общей поверхности детали относительно других элементов.

D17 номинальный размер: Размер, относительно которого определяются отклонения [11].

D18 номинальное расположение: Расположение рассматриваемого элемента (поверхности или профиля) определяемое номинальными линейными и угловыми размерами между ним и размерными базами или между рассматриваемыми элементами, если размерные базы не заданы.

D19 размерная база: Элемент детали (поверхность, линия, ось, точка) относительно которого размер на чертеже задает положение рассматриваемого элемента детали.

Частным случаем размерной базы является база по стандарту [5] – элемент детали (или выполняющее ту же

функцию сочетание элементов), определяющий одну из плоскостей или осей системы координат, по отношению к которой задается допуск расположения или определяется отклонение расположения рассматриваемого элемента. Не путать с базами по определениям *D15* и *D16*.

Часто номинальное взаимное расположение элементов детали задается на чертежах графическим изображением без указания числового значения номинального размера. Так делается когда: а) номинальный линейный размер равен нулю (соотношения соосности, симметричности, совмещения элементов на одной плоскости); б) номинальный угловой размер равен 0° или 180° (соотношение параллельности); в) номинальный угловой размер равен 90° (соотношение перпендикулярности).

В чертеже втулки на рисунке 12, а соотношения соосности цилиндрических поверхностей, соотношение перпендикулярности плоских торцовых поверхностей и осей цилиндрических поверхностей заданы не номинальными размерами, а исключительно графически. На рисунке 12, б эти же соотношения заданы указанием допусков расположения поверхностей и суммарных допусков формы и расположения в соответствии с [12]. Форму указания соотношений по рисунку 12, а можно применять только в том случае, если такое указание не может привести к ошибкам в толковании чертежа.

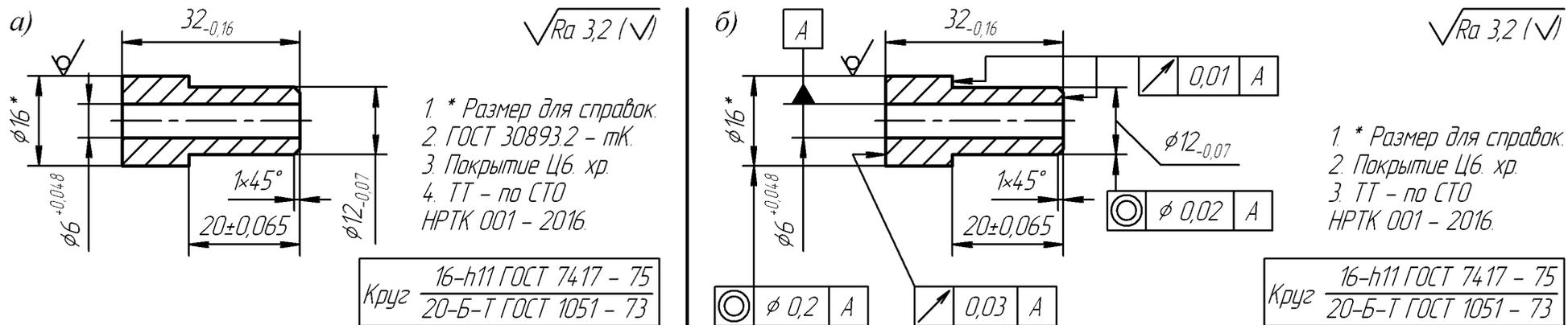


Рисунок 12 – Два графических способа задания расположения элементов на чертеже

Можно не указывать на чертежах номинальные угловые размеры между элементами, равномерно

расположенными по окружности (например, между отверстиями), достаточно указать количество этих элементов (рисунок 13) [10].

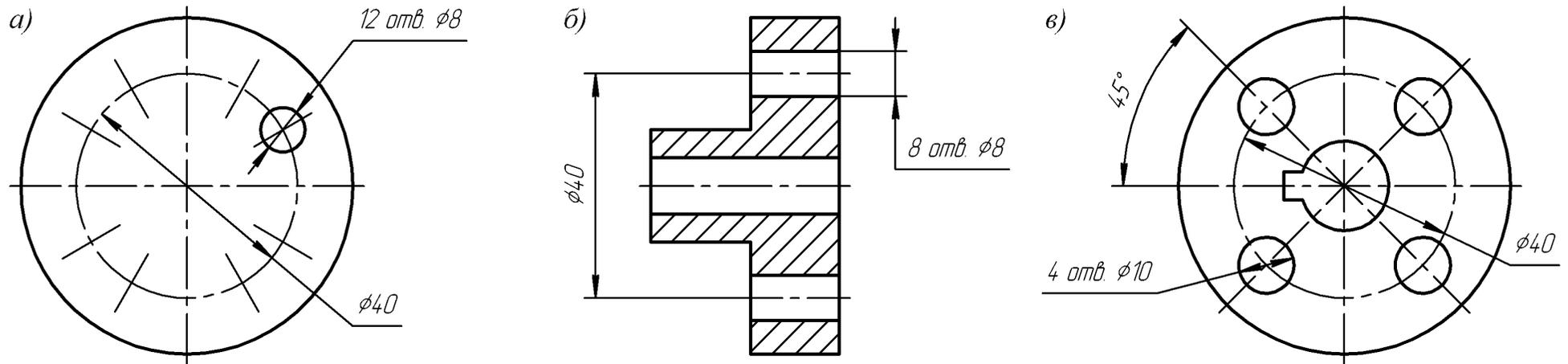


Рисунок 13 – Простановка размеров отверстий, расположенных равномерно по окружности

Совокупность двух или трех размерных баз, образующих систему координат, по отношению к которой задаются номинальное расположение, допуск расположения или суммарный допуск формы и расположения рассматриваемого элемента, а также определяется соответствующее отклонение, образуют комплект размерных баз.

Например, у детали, изображенной на рисунке 11, *г*, комплект размерных баз обрабатываемого отверстия включает в себя базы *m* и *n*, от которых заданы размеры *x* и *y* до оси отверстия, и базы *k*, с которой ось отверстия связана соотношением перпендикулярности. У ступенчатых цилиндрических валов (рисунок 11, *д*, *е*) размерной базой для цилиндрических поверхностей может служить или ось одной из этих поверхностей, или общая ось любых двух из этих поверхностей, или общая ось всех трех поверхностей. Размерными базами для торцовых поверхностей служат: у валика по рисунку 11, *д*, – торец *m*, у валика по рисунку 11, *е*, – торцы *m*, *n*, и *k*.

Если два элемента детали связаны размерами, то любой из них принимать за размерную базу для другого. Это свойство называют обратимостью баз [13].

Список использованных источников

- 1 ГОСТ 2.101 – 68 ЕСКД. Виды изделий.
- 2 ГОСТ 2.313 – 82 ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений.
- 3 ГОСТ 2.109 – 73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
- 4 Кулагин В. В. Основы конструирования оптических приборов: учеб. пособие для вузов. М., 1982.
- 5 ГОСТ 24642 – 81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения.
- 6 ГОСТ 31254 – 2004 (ИСО 14660-1:1999, ИСО 14660-2:1999) Основные нормы взаимозаменяемости. Геометрические элементы. Общие термины и определения.
- 7 ГОСТ 25142 – 82 Шероховатость поверхности. Термины и определения.
- 8 ГОСТ 21495 – 76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.
- 9 Базров Б. М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. М., 2005.
- 10 ГОСТ 2.307 – 2011 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
- 11 ГОСТ 25346 – 89 Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.
- 12 ГОСТ 2.308 – 2011 ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.
- 13 Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., 1975.

Николай Михайлович Бобков – преподаватель Нижегородского радиотехнического колледжа, конструктор Нижегородского научно-производственного объединения имени М. В. Фрунзе.

E-mail: n.bobkov@mail.ru