

И. С. Вышнепольский

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

УЧЕБНИК ДЛЯ СПО

10-е издание, переработанное и дополненное

Рекомендовано Учебно–методическим отделом среднего профессионального образования в качестве учебника для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования

**Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru**

Москва • Юрайт • 2016

УДК 621(075.32)
ББК 30.11я723
В95

Автор:

Вышнепольский Игорь Самуилович — лауреат Государственной премии СССР, заслуженный учитель профтехобразования РСФСР. С 1934 г. — токарь, в 1941—1951 гг. — работник Министерства трудовых резервов, с 1951 г. — преподаватель черчения. Автор не просто учебников и учебных пособий, а двух учебно-методических комплексов по черчению, в состав которых вошли четыре учебника (суммарным тиражом, только на русском языке, около 60 миллионов экземпляров), четыре программы, два пособия для преподавателей, 20 диафильмов, 15 кинофильмов и серия из 25 плакатов.

Рецензент:

Макарова М. Н. — кандидат педагогических наук, доцент Московского педагогического государственного университета.

Вышнепольский, И. С.

В95 Техническое черчение : учебник для СПО / И. С. Вышнепольский. — 10-е изд. перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 319 с. — Серия : Профессиональное образование.

ISBN 978-5-9916-5337-4

В учебнике изложены основы геометрического и проекционного черчения, рассмотрены вопросы выполнения и чтения машиностроительных чертежей и схем. Издание содержит краткое изложение теории и упражнения по основным вопросам технического черчения: оформлению чертежей, геометрическим построениям, выполнению и чтению чертежей в системе прямоугольных и аксонометрических проекций, по сечениям и разрезам, по всем вопросам рабочих чертежей и эскизов деталей, изображению и обозначению резьб, правилам вычерчивания зубчатых колес и других изделий, по сборочным чертежам и схемам.

Книга переработана в соответствии с современными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), содержащими рациональные правила работы с графическими средствами информации.

Учебник предназначен для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.

УДК 621(075.32)
ББК 30.11я723

© Вышнепольский В. И., наследник,
2013

© ООО «Издательство Юрайт», 2016

ISBN 978-5-9916-5337-4

Оглавление

Предисловие	6
Глава 1. Введение в курс черчения	7
1.1. Способы проецирования	9
1.2. Расположение видов на чертеже	13
1.3. Линии	14
1.4. Масштабы	18
1.5. Форматы	20
1.6. Основные надписи	21
1.7. Основные сведения о нанесении размеров	23
1.8. Обозначение шероховатости поверхностей	28
1.9. Порядок чтения чертежа	35
Глава 2. Применение геометрических построений	40
2.1. Как выполняют геометрические построения	40
2.2. Деление отрезков и построение углов	42
2.3. Деление окружности на равные части	45
2.4. Сопряжения	48
2.5. Лекальные кривые	55
2.6. Практическое применение геометрических построений	57
Глава 3. АксонOMETрические проекции	59
3.1. Общие сведения	59
3.2. Фронтальная диметрическая проекция	60
3.3. Понятие об изображении окружностей во фронтальной диметрической проекции	66
3.4. Прямоугольная изометрическая проекция	67
3.5. Изображение окружностей в изометрической проекции	69
3.6. Построение изометрических проекций деталей	70
3.7. Понятие о диметрической прямоугольной проекции	71
3.8. Технический рисунок	72
Глава 4. Чертежи в системе прямоугольных проекций	76
4.1. Прямоугольное проецирование	76
4.2. Плоскости проекций	78
4.3. Комплексный чертеж предмета	80
4.4. Проекция геометрических тел	83
4.5. Вспомогательная прямая комплексного чертежа	85
4.6. Проекция точки, лежащей на поверхности предмета	87
4.7. Применение способов нахождения проекций точек при вычерчивании деталей	90

4.8. Последовательность построения чертежей деталей в системе прямоугольных проекций	91
4.9. Построение третьей проекции по двум данным	94
4.10. Способы определения натуральной величины отрезка прямой и плоской фигуры	95
4.11. Построение разверток поверхностей геометрических тел ...	98
4.12. Взаимное пересечение поверхностей геометрических тел ...	101
Глава 5. Сечения и разрезы	108
5.1. Сечения	108
5.2. Построение разрезов	115
5.3. Классификация разрезов	118
5.4. Расположение и обозначение разрезов	120
5.5. Графические обозначения материалов в сечениях и правила их нанесения на чертежах	122
5.6. Местный разрез	123
5.7. Соединение части вида и части разреза	124
5.8. Особые случаи разрезов	127
5.9. Сложные разрезы	129
Глава 6. Рабочие машиностроительные чертежи и эскизы деталей	133
6.1. Виды изделий и конструкторских документов	133
6.2. Расположение основных видов на чертеже	138
6.3. Дополнительные и местные виды	140
6.4. Выносные элементы	142
6.5. Компоновка чертежа	143
6.6. Условности и упрощения на чертежах деталей	145
6.7. Нанесение и чтение размеров на чертежах	149
6.8. Конусность и уклон	156
6.9. Обозначения на чертежах допусков и посадок	158
6.10. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки	160
6.11. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей	164
6.12. Эскизы	167
Глава 7. Изображение и обозначение резьб	174
7.1. Классификация резьб	174
7.2. Изображение резьб	177
7.3. Обозначение резьб	181
Глава 8. Чертежи стандартных деталей, зубчатых колес, зубчатых передач и пружин	187
8.1. Групповые и базовые конструкторские документы	187
8.2. Общие сведения о передачах	192
8.3. Чертежи цилиндрических зубчатых колес	194
8.4. Чертежи конических зубчатых колес	203
8.5. Чертежи червячных колес и червячных винтов	207

8.6. Чертежи зубчатых реек	211
8.7. Зубчатые передачи	212
8.8. Чертежи пружин	224
Глава 9. Сборочные чертежи	227
9.1. Содержание сборочного чертежа	227
9.2. Спецификация	231
9.3. Разрезы на сборочных чертежах	238
9.4. Размеры на сборочных чертежах	239
9.5. Порядок чтения сборочного чертежа	241
9.6. Условности и упрощения на сборочных чертежах	244
9.7. Изображение резьбовых соединений	247
9.8. Изображение шпоночных и зубчатых (шлицевых) соединений	251
9.9. Изображение сварных соединений	255
9.10. Соединение деталей заклепками	257
9.11. Изображение пружин на сборочных чертежах	258
9.12. Деталирование	259
Глава 10. Схемы	264
10.1. Кинематические схемы	264
10.2. Чтение кинематических схем	269
10.3. Гидравлические и пневматические схемы	270
Контрольные вопросы	278
Упражнения	287
Приложение	318
Список литературы	319

Предисловие

Без умения читать чертежи любая инженерная деятельность невозможна. Компьютерные технологии, в том числе 3D параметрическое моделирование, не меняют положения — чертеж как международный язык техники и носитель графической информации никогда не исчезнет. Помимо умения читать чертежи, будущий инженер должен развить способности пространственного мышления, научиться выполнять эскизы, создавать чертежи и 3D модели с помощью компьютерных технологий.

В книге изложены вопросы построения и чтения чертежей. Сделано это в простой, доступной форме. Учебник содержит краткое изложение теории и упражнения по следующим основным вопросам технического черчения: оформлению чертежей, геометрическим построениям, выполнению и чтению чертежей в системе прямоугольных и аксонометрических проекций, по сечениям и разрезам, по всем вопросам рабочих чертежей и эскизов деталей, изображению и обозначению резьб, правилам вычерчивания зубчатых колес и других изделий, по сборочным чертежам и схемам.

Изучивший данный учебник и проработавший 97 представленных упражнений будет:

знать

- правила оформления чертежей;
- способы геометрических построений;
- методы выполнения сечений и разрезов;
- правила изображения и обозначения резьб;
- правила вычерчивания зубчатых колес и ряда других изделий;

уметь

- читать чертежи;
- выполнять чертежи с помощью чертежных инструментов;

владеть

- навыками пространственного мышления;
- навыками логического мышления.

Проработав упражнения учебника, используя графические редакторы — КОМ ПАС, Inventor, AutoCAD или другие, сначала в 2D, а потом с использованием 3D технологии, читатель будет уметь выполнять чертежи не только вручную чертежными инструментами, но и с помощью компьютерных графических программ.

Книга переработана в соответствии с современными стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), содержащими рациональные правила работы с графическими средствами информации.

Учебник может быть использован как для очной, так и для заочной форм обучения. По нему можно успешно изучать черчение и самостоятельно.

Глава 1

ВВЕДЕНИЕ В КУРС ЧЕРЧЕНИЯ

Чертежом называют документ, содержащий изображения предмета и другие данные, необходимые для его изготовления и контроля.

Современный чертеж прошел долгий путь развития. Появление чертежей было связано со строительством укреплений, храмов, городов. Сначала чертежи делали на земле на том месте, где необходимо было вести постройку. Затем их стали выполнять на камне, глиняных плитах, пергаменте. Попытки людей изобразить окружающие предметы предшествовали письменности.

Крупный вклад в теорию изображений внесли Леонардо да Винчи — гениальный итальянский художник и ученый эпохи Возрождения, французский геометр и архитектор Жерар Дезарг, которому удалось дать научные обоснования правил построения перспективы, Рене Декарт, французский математик XVII в., предложивший прямоугольную систему координат, что положило начало аксонометрическим проекциям.

Огромная заслуга принадлежит французскому ученому Гаспару Монжу, создавшему начертательную геометрию как науку. В 1798 г. он опубликовал свой труд «Начертательная геометрия», который является теоретической основой проекционного черчения.

Древнейшие дошедшие до нас русские чертежи относятся к XVI в. Вначале изображения выполняли от руки, на глаз. Такой чертеж не содержал размеров, и судить по нему об изображенных предметах можно было лишь приближенно. На рис. 1.1 вы видите чертеж мельницы на реке Семь (XVII в.). Этот чертеж нуждается в словесных пояснениях, поэтому на нем сделаны различные надписи.

Постепенно чертежи становились более совершенными. На рис. 1.2 показан чертеж моста и башни, относящийся к XVII в. Он более точно передает очертания изображаемых

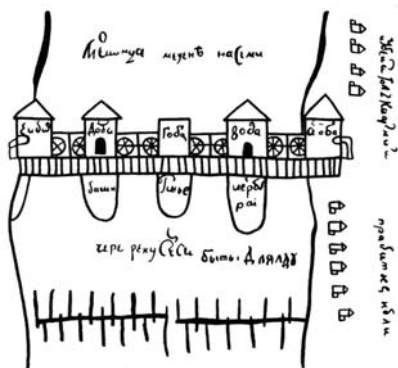


Рис. 1.1. Чертеж мельницы (XVII в.)

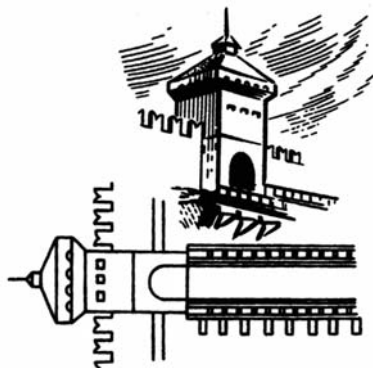


Рис. 1.2. Чертеж моста и башни

сооружений и выполнен уже с помощью чертежных инструментов.

Значительного расцвета достигла русская графика во времена Петра I. До нас дошли многие кораблестроительные чертежи того времени (рис. 1.3).

Чертежами пользовались многие выдающиеся русские изобретатели и инженеры. Чертежи первой в России паратмосферной машины И. И. Ползунова (XVIII в.), проекта моста через реку Неву И. П. Кулибина (XVIII в.), чертежи первого в России паровоза Е. А. и М. Е. Черепановых (XIX в.) выполнены с большим мастерством и глубоким пониманием правил их построения и оформления. Русские ученые внесли большой вклад в развитие инженерной графики. Автором первых трудов по начертательной геометрии на русском языке был профессор Я. А. Севастьянов.

Ценный вклад в науку внесли советские ученые А. И. Добряков, Н. А. Рынин, Д. И. Каргин, Н. Ф. Четверухин.

Технический прогресс, бурное развитие науки и техники в нашей стране, задача всемерного улучшения качества про-

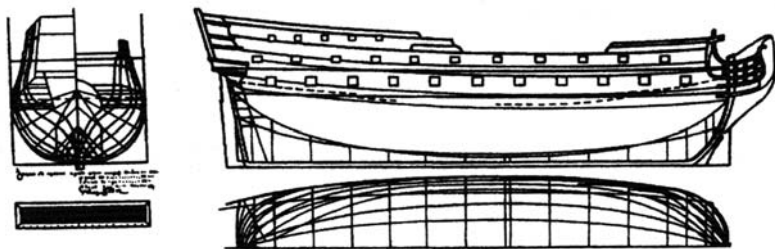


Рис. 1.3. Кораблестроительный чертеж. Начало XVIII в.

дукции вызвали необходимость развития стандартизации, в частности стандартов на чертежи.

Представьте, что было бы, если каждое предприятие выполняло чертежи по-своему, не соблюдая единых правил. Такие чертежи могли быть не поняты другими. Чтобы избежать этого, в СССР в 1928 г. были приняты первые государственные стандарты, устанавливающие единые правила выполнения и оформления чертежей.

Стандарт — документ, который устанавливает единые правила оформления чертежей и других технических документов. Государственные стандарты (сокращенно ГОСТ) обязательны для всех предприятий, организаций и отдельных лиц.

Стандарты установлены не только на чертежи, но и на многие виды продукции, выпускаемой нашими предприятиями.

Государственным стандартам присваивают определенные обозначения. Например, стандарт «Линии» обозначен так: ГОСТ 2.303—68. Цифра 2, стоящая перед точкой, указывает, что этот стандарт относится к Единой системе конструкторской документации (ЕСКД), цифра 3 — классификационную группу стандарта (общие правила выполнения чертежей), число 03 — порядковый номер стандарта в группе, а число 68, стоящее после черточки, — год его регистрации¹.

Стандарты систематически пересматривают, что объясняется требованиями производства и стремлением унифицировать стандарты нашей страны и других стран. Все упомянутые в учебнике стандарты приведены по состоянию на 1 июня 2012 г.

1.1. Способы проецирования

Изготовление деталей и сборка изделий производится по чертежам.

Из чертежа мы узнаем, какой формы и каких размеров должна быть изображенная на нем деталь, из какого материала ее надо изготовить, с какой шероховатостью и точностью необходимо обрабатывать ее поверхности, узнаем данные о термической обработке, антикоррозионном покрытии и пр.

Чертеж содержит изображения (проекции), которые в зависимости от их содержания делятся на виды, разрезы,

¹ В 1982 г. этот стандарт был переиздан с изменениями, утвержденными в феврале 1980 г.

Получившееся при этом изображение называют *проекцией предмета*.

Слово «проекция» в переводе с латинского означает «бросание вперед, вдаль». Нечто похожее на проекцию можно наблюдать, если параллельно стене, противоположной окну, расположить ученическую тетрадь. На стене образуется тень в виде прямоугольника.

Элементами, с помощью которых осуществляется проецирование, являются (рис. 1.5):

- *центр проецирования* — точка, из которой производится проецирование;
- *объект проецирования* — изображаемый предмет;
- *плоскость проекций* — плоскость, на которую производится проецирование;
- *проецирующие лучи* — воображаемые прямые, с помощью которых производится проецирование.

Результатом проецирования является *изображение*, или *проекция*, объекта.

Различают центральное и параллельное проецирование.

При *центральной проецировании* все проецирующие лучи исходят из одной точки — центра проецирования, находящегося на определенном расстоянии от плоскости проекций. На рис. 1.6, *a* за центр проецирования условно взята электрическая лампочка. Исходящие от нее световые лучи, которые условно приняты за проецирующие, образуют на полу тень, аналогичную центральной проекции предмета.

Метод центрального проецирования используется при построении перспективы. Перспектива дает возможность

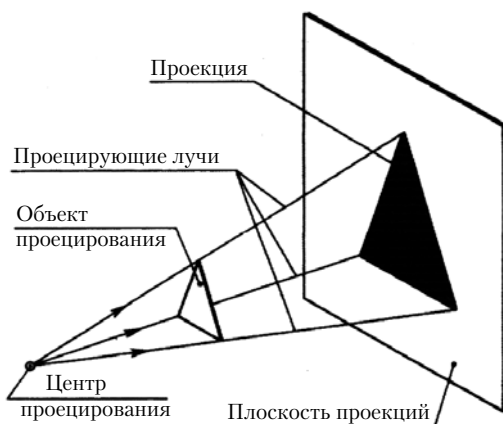


Рис. 1.5. Элементы проецирования

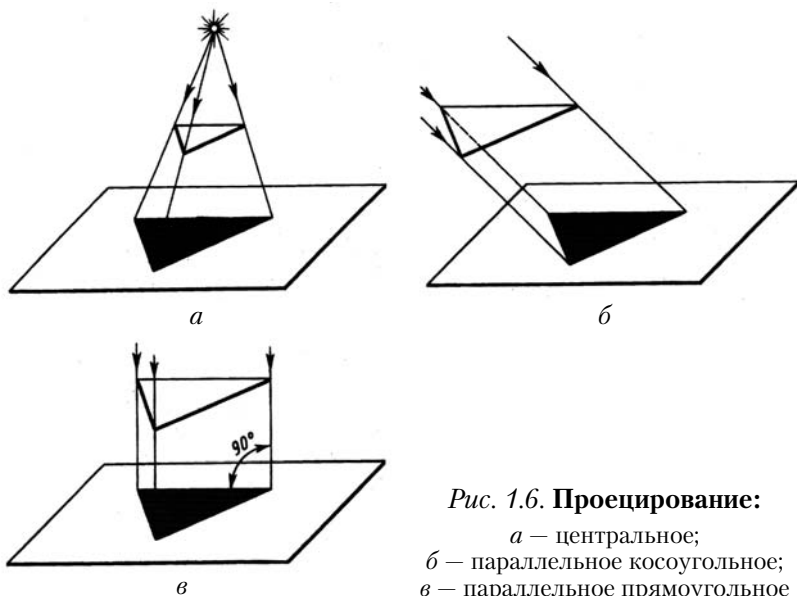


Рис. 1.6. Проецирование:

- а* — центральное;
б — параллельное косоугольное;
в — параллельное прямоугольное

изображать предметы такими, какими они представляются нам в природе при рассмотрении их с определенной точки наблюдения.

В машиностроительных чертежах центральные проекции не применяются. Ими пользуются в строительном черчении и в рисовании.

При *параллельном проецировании* все проецирующие лучи параллельны между собой. На рис. 1.6, *б* показано, как получается параллельная косоугольная проекция. Центр проецирования предполагается условно удаленным в бесконечность. Тогда параллельные лучи отбросят на плоскость проекций тень, которую можно принять за параллельную проекцию изображаемого предмета.

В черчении пользуются параллельными проекциями. Выполнять их проще, чем центральные.

Если проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций прямой угол, то такие параллельные проекции называются *прямоугольными* (рис. 1.6, *в*).

Прямоугольные проекции называют также *ортогональными* — от греч. слов «orthos» — прямой и «gonia» — угол.

Чертежи в системе прямоугольных проекций дают достаточно полные сведения о форме и размерах предмета, так как предмет изображается с нескольких сторон. Поэтому в производственной практике пользуются чертежами,

содержащими одно, два, три или более изображений предмета, полученных в результате прямоугольного проецирования.

1.2. Расположение видов на чертеже

В машиностроительном черчении изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета называют *видом*.

Названия видов зависят от того, с какой стороны рассматривают предмет при проецировании (рис. 1.7).

Исходным на чертеже является *вид спереди*, который называют также *главным видом*.

Если смотреть на предмет слева, под прямым углом к профильной плоскости проекций, получают *вид слева*.

Когда смотрят на предмет сверху, перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций, получают *вид сверху*.

Направления, по которым смотрят на деталь, получая тот или иной вид, указаны на рис. 1.7, *а* стрелками с надписями.

Каждый вид занимает на чертеже строго определенное место по отношению к главному виду. Вид слева располагают справа от главного вида и на одном уровне с ним, вид сверху — под главным видом (рис. 1.7, *б*). Нельзя нарушать это правило, располагая виды на произвольных местах без особого обозначения (без пояснительных надписей)¹.

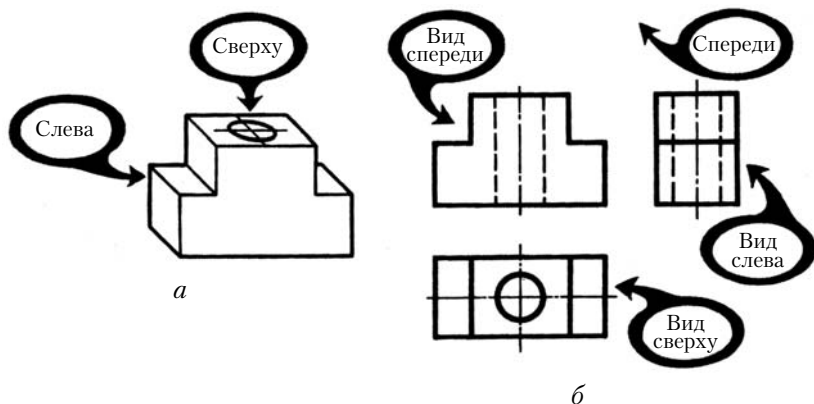


Рис. 1.7. Виды на чертеже:

а — направление взгляда; *б* — расположение

¹ Об обозначениях в таких случаях см. п. 6.2.

Зная правило расположения видов, можно представить форму предмета по его плоским изображениям. Для этого нужно сопоставить все виды, данные на чертеже, и воссоздать в воображении объемную форму предмета.

Пониманию чертежа способствует сравнение формы детали или отдельных составляющих ее частей с геометрическими телами. О заготовке гайки, например, можно сказать, что она имеет форму шестиугольной призмы с цилиндрическим отверстием (рис. 1.8, а), а о заготовке болта — что ее форма складывается из цилиндрического стержня и головки в виде шестиугольной призмы (рис. 1.8, б).

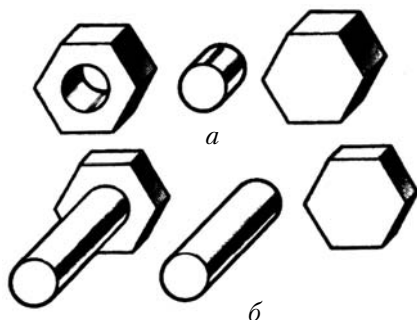


Рис. 1.8. Сравнение формы детали с геометрическими телами

1.3. Линии

Чтобы чертеж был более выразителен и понятен для чтения, его выполняют разными линиями, начертание и назначение которых для всех отраслей промышленности и строительства установлены ГОСТ 2.303—68.

Одни из них изображают реально существующие поверхности — видимые и невидимые контуры. Другие линии показывают, где проходят плоскости симметрии предмета и т.п.; это условные и вспомогательные линии, которые не показывают реальных очертаний предмета. Ясно, что эти линии должны по начертанию отличаться от линий, изображающих существующие контуры детали.

На рис. 1.9 использованы основные из установленных ГОСТ 2.303—68 линий, применяемых при выполнении чертежей.

Сплошная толстая основная линия. Для изображения видимых контуров предметов применяется линия, которая называется сплошной толстой основной. Толщина этой линии, обозначаемая латинской буквой *s*, установлена стан-

дартом в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Выбранная толщина s линии должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже, выполненных в одинаковом масштабе.

Такой линией обведено изображение видимых очертаний предмета на рис. 1.9.

Штриховая линия. Для невидимых очертаний предмета применяют линию, которую называют штриховой. На рис. 1.9 такой линией показаны невидимые на виде сверху очертания предмета: поверхности правого и левого вырезов и двух лысок.

Штриховая линия состоит из штрихов (черточек) приблизительно одинаковой длины. Их длина установлена стандартом в пределах от 2 до 8 мм (для учебных чертежей рекомендуется 4 мм). Расстояние между штрихами берут от 1 до 2 мм, но приблизительно одинаковое для данной линии. Толщина линии зависит от выбранной толщины сплошной основной линии и берется от $s/2$ до $s/3$. Это значит, что толщина штриховой линии в 2–3 раза тоньше основной.

Неверно называть штриховую линию пунктирной. Точка по-немецки — «пункт», отсюда и название — пунктирная.

Много лет назад пунктирная линия выполняла функции, которые теперь стала выполнять другая линия — штриховая. Пунктирной называют линию, состоящую из точек и имеющую другое назначение.

Штрихпунктирная тонкая линия. Для проведения осевых, а также центровых линий, указывающих центры окружностей, используют линию, называемую штрихпунктирной тонкой, которая состоит из штрихов и точек между ними. Длина штрихов выбирается в пределах от 5 до 30 мм, расстояние между ними от 3 до 5 мм (для учебных чертежей длину штрихов рекомендуют 20 мм). Длина штрихов в линии должна быть приблизительно одинаковой, то же относится к расстояниям между штрихами. Толщина штрихпунктирной линии от $s/3$ до $s/2$.

Осевые и центровые линии концами должны выступать за контур изображения на 2–5 мм и оканчиваться штрихом, а не точкой. Положение центра окружности определяется пересечением штрихов штрихпунктирной линии, как показано на рис. 1.9. Если диаметр окружности на чертеже менее 12 мм, то штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, заменяют сплошными (не разрывая их).

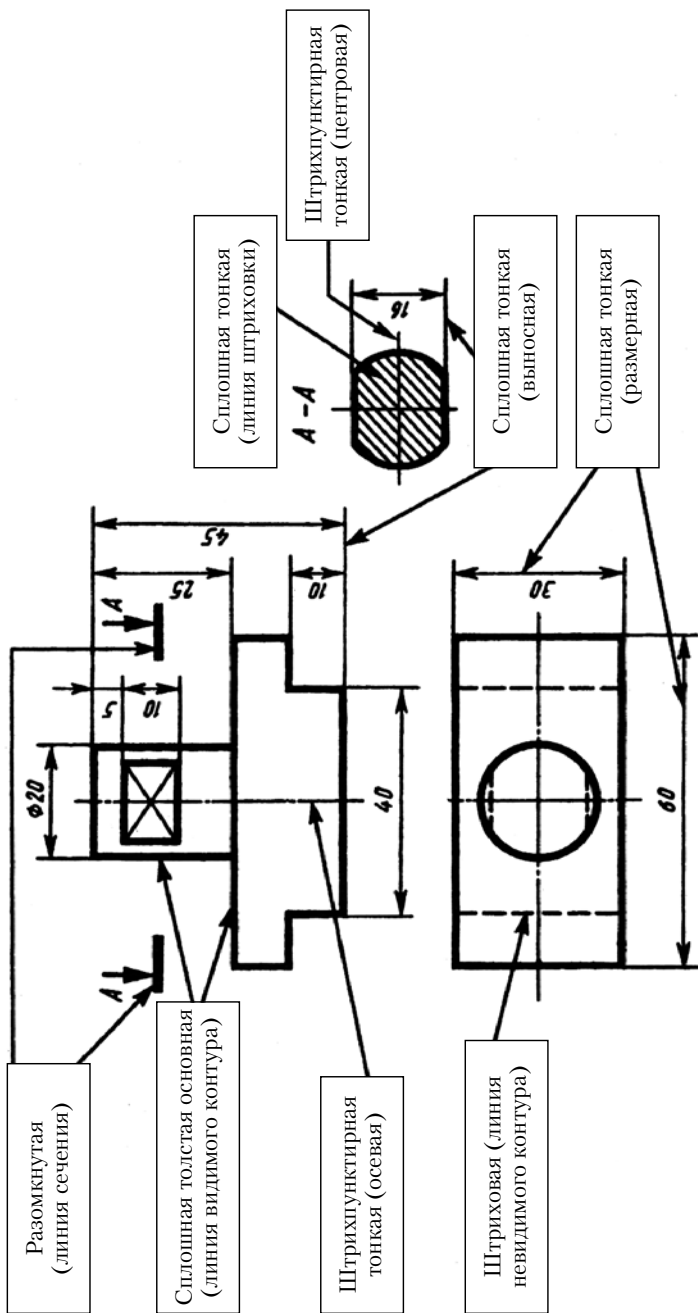


Рис. 1.9. Линии чертежа

Вычерчивание деталей надо начинать с проведения очень тонких сплошных линий на месте будущих осевых и центровых линий (конечно, если таковые будут). С их помощью удобно строить симметричные изображения, откладывая от них размеры, по которым вычерчивают очертания предмета.

Штрихпунктирная с двумя точками тонкая линия. Для проведения линии сгиба на развертках применяют штрихпунктирную с двумя точками тонкую линию. Длина штрихов выбирается от 5 до 30 мм, а расстояния между штрихами от 4 до 6 мм. Толщина этой линии такая же, как и у штрихпунктирной тонкой, т.е. от $s/3$ до $s/2$.

Сплошная тонкая линия. Кроме перечисленных линий на рис. 1.9 помечены надписями размерные и выносные линии.

Выносные линии служат для связи между изображением и размерными линиями, проведенными вне контура. Для размерных и выносных применяют линию, называемую сплошной тонкой, толщина которой от $s/3$ до $s/2$.

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии примерно на 1–5 мм.

Сплошные тонкие линии применяют также для штриховки в сечениях.

Таким образом, толщина штриховых, штрихпунктирных тонких и сплошных тонких линий в 2–3 раза тоньше основной линии.

Как видим, названия линий характеризуют их. Штриховая состоит из штрихов, штрихпунктирная — из штрихов и точек, сплошная тонкая выполняется тоньше сплошной основной.

Разомкнутая линия. Чтобы показать, где проходят линии сечений, применяется разомкнутая линия (см. рис. 1.9). Толщина ее выбирается в пределах от s до $1,5s$, а длина штрихов — от 8 до 20 мм. Для учебных чертежей толщину штрихов берут обычно в 1,5 раза толще сплошной основной линии, а длину штрихов — 12 мм. Штрихи разомкнутой линии не должны пересекать контур изображения. На рис. 1.9 разомкнутой линией показано, где проходит линия сечения А—А. Стрелки, показывающие направление взгляда, наносят на расстоянии 2–3 мм от внешних концов разомкнутой линии.

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинаковой для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. При этом толщина линий зависит от выбранной толщины s сплошной основной линии.

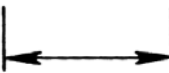
Штриховые линии должны начинаться и оканчиваться штрихами, а не просветами. Штриховая и штрихпунктирная линии должны пересекаться между собой и с другими линиями чертежа штрихами, а не просветами.

Изложенные выше сведения о линиях сведены в табл. 1.1, которую полезно переписать в свою рабочую тетрадь.

Примеры правильного и неправильного нанесения линий показаны на рис. 1.10.

Таблица 1.1

Линии чертежа

Наименование	Назначение (основное)	Начертание	Толщина
Сплошная толстая основная	Линии видимого контура		$0,5 \leq s \leq 1,4$
Штриховая	Линии невидимого контура		От $s/3$ до $s/2$
Штрихпунктирная тонкая	Линии осевые и центровые		
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая	Линии сгиба на развертках		
Сплошная тонкая	Линии размерные и выносные		
Сплошная волнистая	Линии обрыва		
Разомкнутая	Линии сечений		От s до $1,5s$

1.4. Масштабы

Всякое изделие на чертеже вычерчивают в масштабе.

Масштабом называют отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к действительным размерам этого предмета.

ГОСТ 2.302—68 предусматривает следующие масштабы.

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

Натуральная величина 1:1

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

Предпочтителен натуральный масштаб (1:1). Не предусмотренные стандартом масштабы не применяют.

Масштаб, например, 1:5 означает, что линейные размеры на чертеже в 5 раз меньше линейных размеров самого предмета. Масштаб 2:1 показывает, что линейные размеры изображения в 2 раза больше линейных размеров этого предмета.

Обозначение масштаба вносится в предназначенную для этого графу основной надписи (см. п. 1.6), содержащую вверху слово «Масштаб», под ним записывается числовое его обозначение, например 1:2, 1:5 и т.п. (буква М при этом не пишется). Когда отдельное изображение вычерчено на

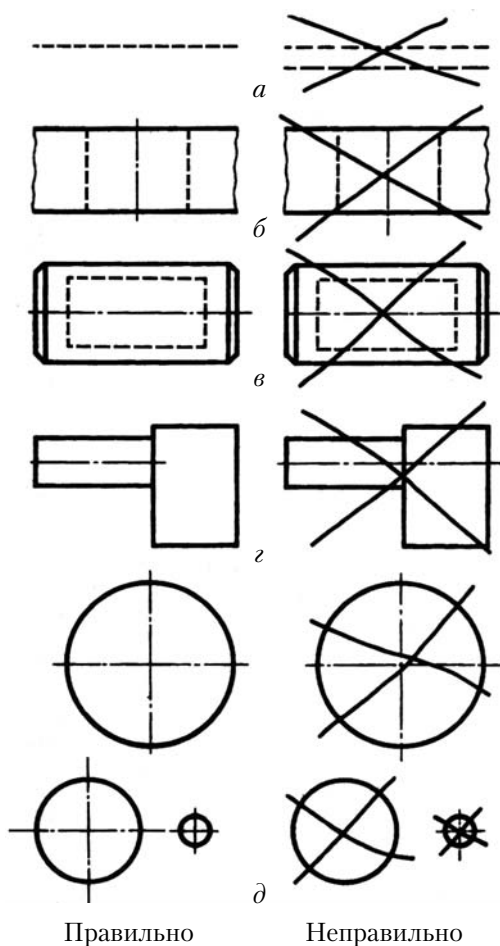


Рис. 1.10. Примеры правильного и неправильного проведения и расположения линий

чертеже в другом масштабе, около него записывают масштаб, например 2:1.

Следует помнить, что какой бы масштаб ни был, на чертеже всегда проставляют действительные размеры, т.е. размерные числа указывают натуральные размеры предмета.

1.5. Форматы

Чертежи выполняют на листах определенных размеров, установленных ГОСТ 2.301–68. Это облегчает их хранение, создает другие удобства.

Форматы листов определяются размерами внешней рамки (выполненной тонкой линией) оригиналов, подлинников, дубликатов, копий.

Формат с размерами сторон 841×1189 мм, площадь которого равна 1 м^2 , и другие форматы, полученные их последовательным делением на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные. Меньшим обычно является формат А4 (рис. 1.11), его размер 210×297 мм. Чаще всего вы в учебной практике будете пользоваться именно форматом А4 (см. рис. 1.11).

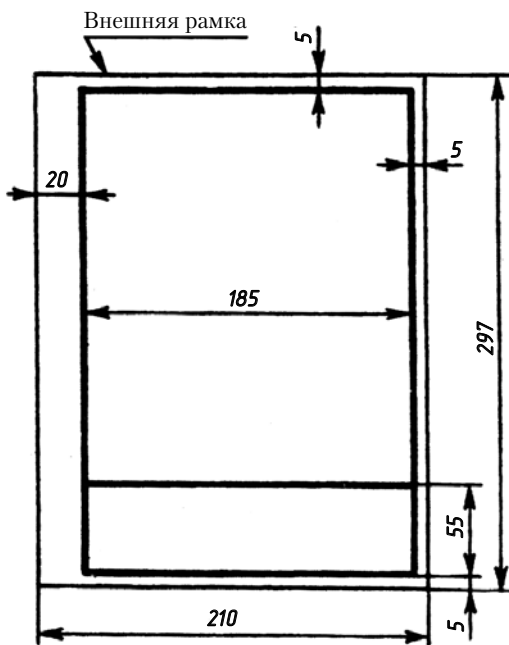


Рис. 1.11. Оформление формата А4

При необходимости допускается применять формат А5 с размерами сторон 148×210 мм.

Каждому обозначению соответствует определенный размер основного формата. Например, формату А3 соответствует размер листа 297×420 мм.

Ниже приведены обозначения и размеры основных форматов.

Обозначение формата	Размер сторон формата, мм
А0	841×1189
А1	841×594
А2	420×594
А3	420×297
А4	210×297

Кроме основных допускается применение дополнительных форматов. Они получаются увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата А4.

Каждый чертеж имеет рамку, которая ограничивает поле чертежа. Рамку проводят сплошными основными линиями: с трех сторон — на расстоянии 5 мм от внешней рамки, а слева — на расстоянии 20 мм; широкую полосу оставляют для подшивки чертежа.

1.6. Основные надписи

На чертежах помещают основную надпись, содержащую сведения об изображенном изделии.

Основная надпись размещается вплотную к рамке чертежа в правом нижнем ее углу.

Допускается как вертикальное, так и горизонтальное расположение форматов, за исключением формата А4, который всегда располагают вертикально.

Длина основной надписи 185 мм, высота ее для чертежей и схем 55 мм, а для последующих листов 15 мм.

На рис. 1.12 показаны размеры и пример заполнения основной надписи для производственных чертежей.

Внимательно прочтите основную надпись и запишите в тетради:

- а) наименование изделия;
- б) из какого материала должна быть изготовлена деталь;
- в) массу изделия (ее указывают в килограммах);



Рис. 1.12. Основная надпись производственного чертежа

г) масштаб чертежа;

д) фамилии лиц, разработавших, проверивших и утвердивших чертеж;

е) дату утверждения.

Эти сведения даны в графах, помещенных на рис. 1.12 и обозначенных цифрами 1; 3; 5; 10–13.

При заполнении основной надписи в графе 1 указывают наименование изделия. Запись ведется в именительном падеже единственного числа. Если название состоит из двух слов и более, то первое слово должно быть именем существительным, например: «Колесо зубчатое».

В графе 2 указывают обозначение чертежа. Это же обозначение, повернутое на 180° , помещают в левом верхнем углу чертежа (при вертикальном расположении формата — в правом верхнем углу), что облегчает отыскание чертежей, не подшитых в альбом, а хранящихся россыпью.

В графе 4 проставляют литеру чертежа. Чертежам для единичного производства присваивают литеру И, установочной серии — А, серийного или массового производства — Б, документы технического предложения имеют литеру П, эскизного проекта — Э, технического проекта — Т.

В графе 7 записывают порядковый номер листа. Если документ состоит из одного листа, то графу 7 не заполняют.

В графе 8 проставляют общее количество листов чертежей. Эту графу заполняют только на первом листе.

В графе 9 проставляют наименование или различительный индекс предприятия, выпустившего чертеж.

Графы 14–18 являются таблицей изменений. Изменения (исправления) на чертеже разрешается вносить лишь пред-

The diagram shows a technical drawing header with dimensions and a sample filled form. The header is a rectangle with a total width of 185 and a height of 30. The width is divided into four sections: 40, 55, 40, and 25. The height is divided into two sections: 8 and 22. The header is divided into two parts, 'а' and 'б'.

а

Наименование			Вуз	№ задания
Чертил	Фамилия	Материал	Масштаб	Дата
Проверил	Фамилия	Группа		

б

Сектор зубчатый			МИТХТ	№ 12
Чертил	Кузнецов	Сталь 30 ГОСТ 1050-88	Масштаб	10.XII.12
Проверил	Орлов	Гр. Ср. 15	1:1	

Рис. 1.13. Основная надпись для учебных чертежей

приятию — держателю подлинника чертежа в соответствии с установленными ГОСТ 2.503—74 правилами. При этом в графе 14 проставляют литеру изменения (буквы а, б, в и т.д.), которая повторяется около внесенного на поле чертежа изменения. Заполняются также графы 15—18.

Для чертежей, выполняемых в качестве учебного задания, разрешено применять упрощенную основную надпись. Один из вариантов упрощенной основной надписи и пример ее заполнения приведены на рис. 1.13, а, б.

Буквы и цифры в основной надписи, как и на всем чертеже, выполняются чертежным шрифтом, который для справки приведен в Приложении.

1.7. Основные сведения о нанесении размеров

Величину изображенной детали можно определять только по размерным числам. Их наносят над размерными линиями возможно ближе к их середине (рис. 1.14). Размерные линии ограничивают стрелками, которые острием должны касаться выносных линий (размеры 110, 30, 15, \varnothing 20 и другие на рис. 1.14), линий контура (размер \varnothing 40) или осевых линий (см. размер \varnothing 50 на рис. 1.21, а).

Размерную линию следует проводить параллельно отрезку, размер которого указывают по возможности вне контура изображения. Расстояния между параллельными размерными линиями и от размерной линии до параллельной ей линии контура берут от 7 до 10 мм (эти числа приведены в кружке на рис. 1.14).

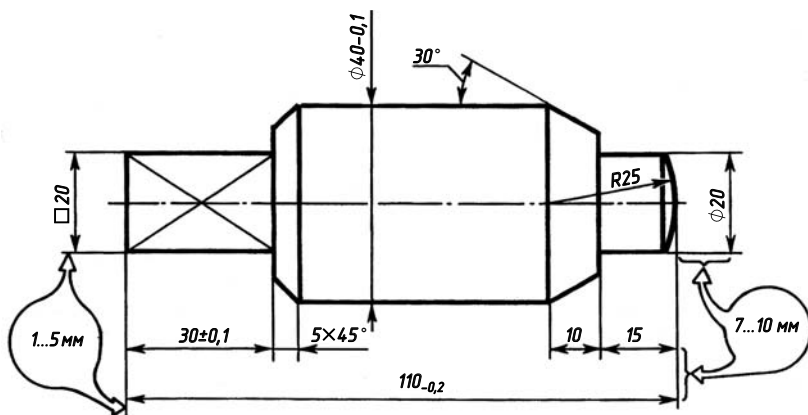


Рис. 1.14. Пример нанесения размеров

Нельзя допускать, чтобы размерные линии пересекались с выносными или являлись продолжением линий контура, осевых, центровых и выносных. Запрещается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные в качестве размерных.

Чтобы размерные линии не пересекались с выносными, меньший размер наносят ближе к изображению, а больший — дальше (размеры 15, 30 и размер ПО на рис. 1.14).

Форма стрелки показана на рис. 1.15. Размер стрелок следует выдерживать приблизительно одинаковым на всем чертеже.

Каждый размер на чертеже указывают только один раз¹.

Размерные числа линейных размеров наносят в соответствии с положением размерных линий, как показано на рис. 1.16.

Если размерная линия вертикальная, то размерное число читают справа (рис. 1.16, а).

На наклонных размерных линиях цифры пишут так, чтобы они оказались в удобном для чтения положении, если дать размерной линии «упасть» в горизонтальное положение, как это указано стрелками на рис. 1.16, б, в.

Линейные размеры на машиностроительных чертежах указывают в миллиметрах; если размеры нанесены у изображений, то единицы измерений (мм) не проставляют (см. рис. 1.14).

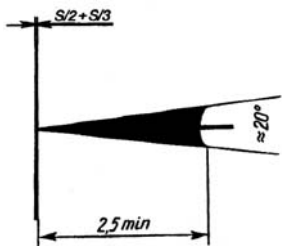


Рис. 1.15. Форма размерной стрелки

¹ На строительных чертежах размеры допускается повторять.

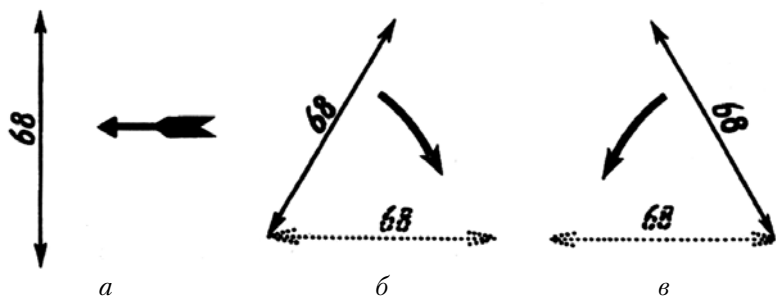


Рис. 1.16. Расположение размерных чисел при различных наклонах размерных линий

Угловые размеры наносят, как показано на рис. 1.14 и 1.17. Их указывают в градусах ($^{\circ}$), минутах ($'$) и секундах ($''$), проставляя единицы измерения, например размер $40^{\circ}12'$ на рис. 1.17. Размерную линию при этом проводят в виде дуги окружности с центром в вершине угла.

Для обозначения диаметра перед размерным числом во всех случаях наносят знак — кружок, перечеркнутый прямой линией под углом 75° . Применение и построение этого знака показано на рис. 1.18 и 1.19, а.

Для обозначения радиуса перед размерным числом всегда наносят знак R — латинская прописная буква (см. рис. 1.14 и 1.19, в). Стрелку наносят с одной стороны (см. рис. 1.14).

Размеры квадратных элементов указывают со знаком, применение и построение которого показано на рис. 1.19, б. Плоские поверхности квадратного выступа или отверстия отме-

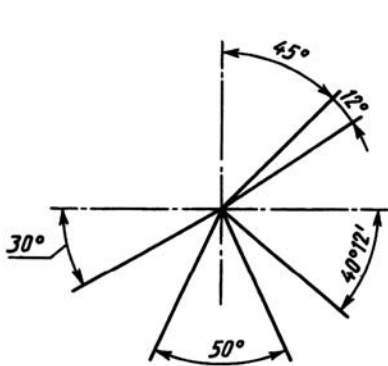


Рис. 1.17. Нанесение размеров углов

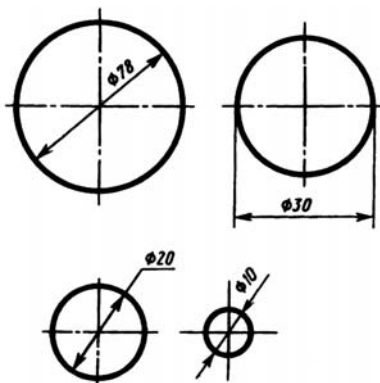


Рис. 1.18. Нанесение знака диаметра

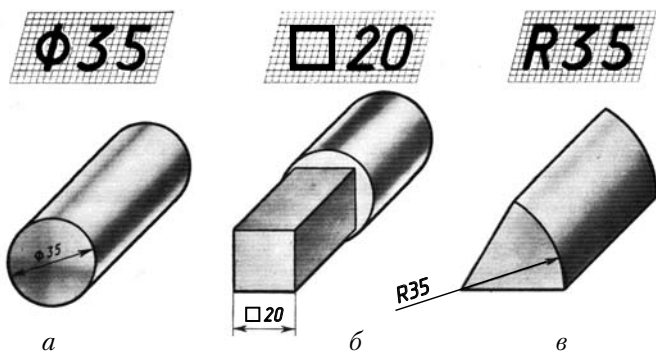


Рис. 1.19. Применение и начертание знаков \varnothing , \square , R

чают тонкими пересекающимися линиями (см. рис. 1.14). В отдельных случаях таким же способом отмечают другие плоские участки на поверхности детали.

Многие детали имеют фаски — конические или наклонные плоские поверхности (рис. 1.20). Если фаска снята под углом 45° , то ее размер обозначают условно надписью, первое число которой указывает высоту фаски, а второе — величину угла, например $5 \times 45^\circ$ (см. рис. 1.14 и 1.20, а). Если фаска имеет угол, отличный от 45° , ее размер указывают по общим правилам, т.е. как приведено на рис. 1.20, б.

Если деталь имеет несколько одинаковых отверстий или других элементов (кроме скруглений), то наносится размер одного из них, а количество отверстий или других элементов указывают перед размерным числом, например 3 отв. $\varnothing 16$ (рис. 1.21).

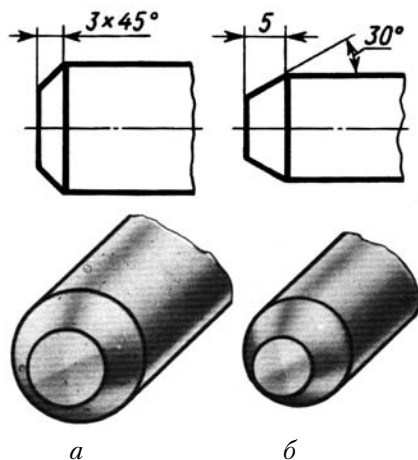


Рис. 1.20. Нанесение размеров фасок

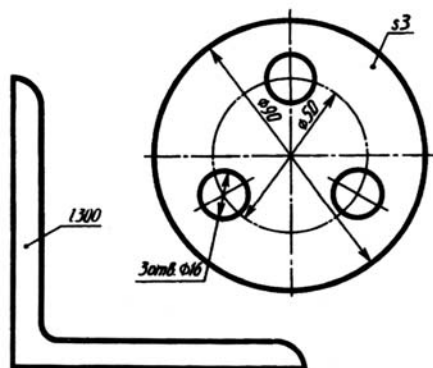


Рис. 1.21. Нанесение толщины плоской или длинной детали

Размеры толщины или длины детали, форма которой задана одним видом, наносят, как показано на рис. 1.21. Перед числом, указывающим толщину детали, наносят букву *s*, а перед числом, указывающим длину детали, — букву *l*.

Если для написания размерного числа внутри окружности недостаточно места, то его выносят за пределы окружности и наносят одним из способов, показанных на рис. 1.18. Аналогично поступают в таких случаях при нанесении размеров радиусов и отрезков, когда недостаточно места над размерной линией.

Чтобы не допустить ошибки при чтении размеров, нужно проследить за тем, где стрелками оканчивается размерная линия, относящаяся к числу, написанному над ней.

Заметьте, как записаны размерные числа $30 \pm 0,1$; $\varnothing 40_{-0,1}$ и $110_{-0,2}$ на рис. 1.14. Так наносят предельные отклонения от номинального размера. Цифры $\pm 0,1$; $-0,2$ показывают, какую неточность по отношению к основному размеру (номинальному) можно допустить при изготовлении детали. Например, размер с предельными отклонениями $40_{-0,2}^{+0,1}$ надо понимать так: назначен основной размер (номинальный) 40 мм; допускается изготовление детали на 0,1 мм больше или на 0,2 мм меньше 40 мм. Следовательно, для определения наибольшего предельного размера нужно к 40 прибавить 0,1, а для подсчета наименьшего предельного размера нужно из 40 вычесть 0,2. Таким образом, предельные размеры подсчитывают так: $40 + 0,1 = 40,1$ мм (наибольший); $40 - 0,2 = 39,8$ мм (наименьший).

Все детали, действительный размер которых не менее 39,8 мм и не более 40,1 мм, годные.

Если нанесено только одно предельное отклонение, например $50^{+0,05}$, то второе отклонение равно нулю (на чертежах отклонения, равные нулю, не наносят). Наибольший предельный размер в этом случае будет $50 + 0,05 = 50,05$ мм, наименьший — 50 мм. Для размера $50_{-0,03}$ предельные размеры соответственно будут: 50 мм и $50 - 0,03 = 49,97$ мм.

Высота цифр предельных отклонений обычно меньше высоты цифр номинального размера. Если величина положительного и отрицательного отклонений одинакова, справа от номинального размера наносят лишь одно число со знаками « \pm », при этом высота цифр отклонения должна быть одинаковой с высотой цифр номинального размера.

1.8. Обозначение шероховатости поверхностей

Поверхности деталей не бывают совершенно гладкими. При отливке, прокате, штамповке, механической обработке на поверхностях деталей образуются неровности в виде чередующихся выступов и впадин разных размеров. Эти неровности можно рассмотреть через увеличительное стекло (лупу) или на специальных приборах.

Совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная с помощью базовой длины, называется *шероховатостью* поверхности.

Шероховатость поверхности оказывает заметное влияние на эксплуатационные свойства детали. Чем глаже поверхность, тем меньше трение и износ деталей, тем выше коэф-

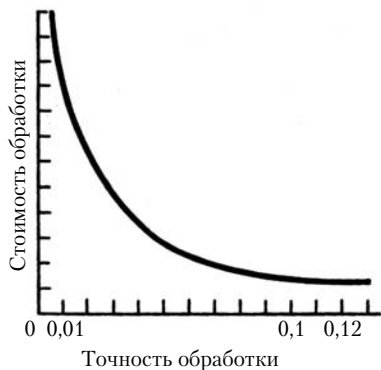


Рис. 1.22. Влияние точности обработки и степени шероховатости на стоимость обработки детали

фициент полезного действия механизмов, прочность и антикоррозионная стойкость, красивее внешний вид изделия. Шероховатость поверхностей деталей влияет и на герметичность их соединений. Однако нельзя завышать параметры шероховатости поверхности более, чем требуется для ее функционирования, так как при повышении точности изготовления и достижении высокого качества поверхности резко возрастает стоимость обработки (рис. 1.22). Величину неров-

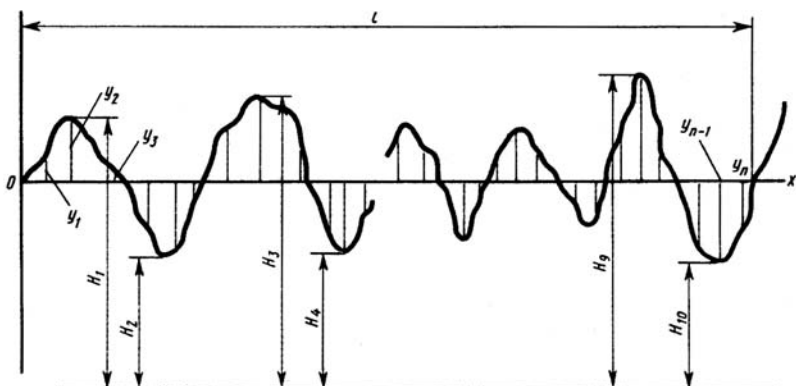


Рис. 1.23. Профилограмма

ностей можно измерить специальными приборами (см. рис. 1.33, 1.34).

Изображение профиля поверхности называется *профилограммой* (рис. 1.23). На ней проведена средняя линия Ox .

Длина участка профиля поверхности, установленная для измерения ее шероховатости, называется *базовой длиной*. Она обозначена на рис. 1.23 буквой l .

Для оценки шероховатости пользуются различными показателями. Остановимся на двух из высотных параметров: Ra и Rz по ГОСТ 2789–73.

Параметр Ra называется *средним арифметическим отклонением профиля поверхности*.

Параметр Rz называется *высотой неровностей профиля по десяти точкам*.

Числовые значения параметров Ra и Rz выражаются в микрометрах (мкм).

Шероховатость поверхностей классифицируют по числовым значениям параметров Ra и Rz при нормированных базовых длинах в соответствии с табл. 1.2. Параметр Ra является предпочтительным.

Обозначение шероховатости поверхностей и правила нанесения их на чертежах установлены ГОСТ 2.309–73.

Структура обозначения шероховатости поверхности показана на рис. 1.24.

При применении знака без указания параметра и способа обработки поверхности полку знака не вводят.

В обозначении шероховатости поверхностей применяют один из знаков, представленных на рис. 1.25. В обозначении шероховатости поверхности, вид обработки которой конст-

Таблица 1.2

Шероховатость поверхностей, мкм

Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz
	1000	5,0	20,0	0,160	0,80
	800	4,0	16,0	0,125	0,63
	630	3,2	12,5	0,100	0,50
	500	2,5	10,0	0,08	0,40
100	400	2,2	8,0	0,063	0,32
80	320	1,60	—	0,050	0,25
63	250	1,25	6,3	0,040	0,20
50	200	1,00	5,0	0,032	0,160
40	160	0,80	4,0	0,025	0,125
30	125	0,63	3,2	0,020	0,100
25	100	0,50	2,5	0,016	0,080
20	80	0,40	2,0	0,012	0,063
16	63	0,32	1,60	0,010	0,050
12,5	50	0,25	1,25	0,008	0,040
10	40	0,20	1,00		0,032
8,0	32				0,025
6,3	25,0				

Примечание. Предпочтительные значения параметров взяты в рамку.

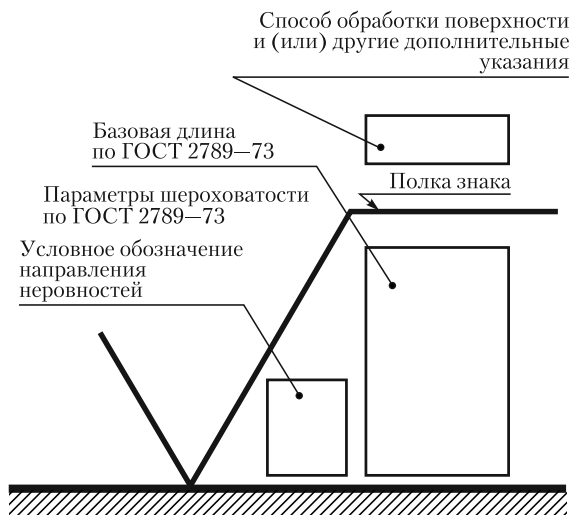


Рис. 1.24. Структура обозначения шероховатости поверхности

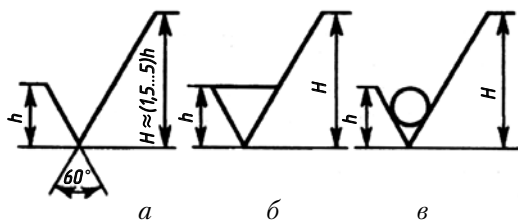


Рис. 1.25. Форма и размеры знаков шероховатости поверхностей

руктором не устанавливается, применяют знак \checkmark (рис. 1.25, а) (этот способ обозначения предпочтителен). В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована удалением слоя материала, используют знак ∇ (рис. 1.25, б). Для обозначения шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак ∇ (рис. 1.25, в). Тем же знаком обозначают поверхности, не выполняемые по данному чертежу.

Высота h знаков \checkmark , ∇ , ∇ должна быть приблизительно равна высоте цифр размерных чисел, высота H берется в 1,5–5 раз больше h (рис. 1.25, а), а толщина линий знаков приблизительно равна половине толщины основной линии.

Значения параметров шероховатости Ra и Rz проставляют под знаком, после символа, например $\sqrt{Ra\ 50}$.

Способ обработки поверхности указывают только в случаях, когда он является единственным применяемым для получения требуемой шероховатости (рис. 1.26).

Знаки обозначения шероховатости должны острием касаться линии, изображающей обрабатываемую поверхность, или ее продолжения (рис. 1.27). Чтобы не ошибиться в обозначении шероховатости при различном расположении поверхностей, можно руководствоваться рис. 1.27, а, б.

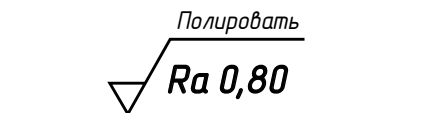


Рис. 1.26. Обозначение шероховатости в случае, когда способ обработки является единственным