



Министерство образования Тверской области
Государственное бюджетное образова-
тельное учреждение среднего профессио-
нального образования «Профессиональ-
ный колледж имени Героя Советского
Союза П.А.Кайкова»

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

для подготовки рабочих по профессии «Наждачник, Сле-
сарь», 2-3 разряда на ОАО «ТВЗ»



Камызин Николай Максимович,
преподаватель специальных
дисциплин, высшая категория

Тверь
2015 г.

Пособие издано при поддержке научно-технической библиотеки ОАО «ТВЗ».

Внешняя рецензия:

Зам. главного технолога ОАО «ТВЗ» Кульков Дмитрий Александрович

Камызин Н.М.

Учебное пособие для подготовки рабочих по профессиям «Наждачник, слесарь 2-3 разряда на ОАО «ТВЗ»

ГБОУ СПО «Тверской колледж им. Героя Советского Союза П.А. Кайкова», 2016. - 150с.

Учебное пособие разработано в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации основных профессиональных образовательных программ по группе специальностей **150000 «Металлургия, машиностроение и материалобработка».**

В работе изложены вопросы по выполнению слесарных работ в том числе и обнаждачиванию деталей. Рассмотрены разделы специальных дисциплин:

- материаловедение и термическая обработка;
- допуски, посадки и технические измерения;
- абразивный инструмент;
- общее понятие о нормировании труда;
- чтение чертежей;

Учебное пособие разработано с целью оказания практической помощи рабочим по профессиям: «Слесарь», «Станочник широкого профиля», «Наждачник» и других специальностей при самостоятельной подготовке по аттестации и повышению квалификационного разряда.

Учебное пособие поможет обучающимся самостоятельно подойти к решению вопросов при выполнении лабораторных и практических работ, повысит уровень их подготовки.

Предлагаемое учебное пособие апробировано на ОАО «ТВЗ» при научно-технической библиотеке с 2012 года при реализации учебного процесса.

К данному учебному пособию выпущен электронный образовательный ресурс ««Наждачник, Слесарь», 2-3 разряда на ОАО «ТВЗ»

СОДЕРЖАНИЕ

1	Охрана труда, безопасность и гигиена труда. Общие положения.....	4
2	Источники опасности при проведении работ по обнажачиванию деталей.....	5
3	Средства индивидуальной защиты рабочего.....	6
4	Правила безопасности перед началом работы.....	7
5	Правила безопасности во время работы.....	8
6	Правила безопасности по окончании работы.....	9
7	Личная гигиена рабочего.....	9
8	Основные узлы обдирочно-шлифовального (наждачного) станка.....	10
9	Установка обдирочно-шлифовального круга, регулировка зазора.....	12
10	Назначение и устройство пневматической шлифовальной машинки ИП2009 ГОСТ 12634-67.....	14
11	Организация рабочего места наждачника	16
12	Чугуны. Марки чугунов, их классификация.....	18
13	Стали. Определение. Классификация сталей.....	34
14	Свойства сталей: физические, механические и технологические.....	44
15	Цветные металлы и их сплавы. Свойства цветных металлов и сплавов.....	51
16	Термическая обработка.....	64
17	Средства линейных измерений.....	68
18	Средства контроля и измерения углов.....	83
19	Допуски и посадки.....	85
20	Посадки.....	87
21	Посадки в системе отверстия.....	89
22	Посадки в системе вала.....	89
23	Шероховатость поверхностей.....	100
24.	Обозначение шероховатости поверхности	103
25.	Абразивный инструмент.....	105
26.	Типы абразивного инструмента	106

27. Абразивные материалы.....	107
28. Зернистость абразивных материалов.....	110
29. Виды связок и применение абразивного инструмента.....	112
30. Твердость и виды связки абразивного инструмента	114
31. Структура абразивного инструмента.....	117
32. Классы неуравновешенности, точности и рабочие скорости шлифовальных кругов.....	117
33. Маркировка обдирочно-шлифовальных кругов.....	119
34. Шлифовальная шкурка.....	120
35. Понятие о допуске и припуске.....	122
36. Норма выработки. Определение.....	125
37. Чтение чертежей.....	127
38. Порядок чтения чертежа детали.....	137
39. Литература.....	142
40. Отзывы, замечания и предложения читателей.....	143

Учебным пособием могут пользоваться рабочие по профессиям:

1. Слесарь (ремонтник, инструментальщик, механосборочных работ)
2. Станочник (токарь, фрезеровщик и т.д)

1. Охрана труда, безопасность и гигиена труда

Общие положения

В машиностроительном производстве действует ряд опасных и вредных производственных факторов, которые могут привести к травматизму и профессиональным заболеваниям.

Классификацию данных факторов регламентирует ГОСТ 12.0.003-74

Работа безопасна, если она выполняется в условиях, не угрожающих жизни и здоровью работников.

На промышленных предприятиях всю ответственность за охрану труда и технику безопасности несут руководители предприятия, цеха, участка (директор, начальник цеха, мастер). На каждом предприятии должен быть организован отдел охраны труда, контролирующей соблюдение условий безопасной работы и внедряющей мероприятия по улучшению этих условий.

Работники обязаны выполнять требования инструкций по охране труда.

Прежде чем приступить к выполнению своих обязанностей, работник должен пройти инструктаж по охране труда.

Рабочие помещения должны иметь достаточное освещение в соответствии с действующими нормами. Различают естественное (дневной свет) и искусственное (электрическое) освещение. Электрическое освещение может быть общим и местным.

Пол в промышленном помещении здания должен быть выложен из торцевой шашки, деревянного бруса или асфальтовых масс. Следует избегать загрязнения пола маслом или смазкой, так как это может послужить причиной несчастного случая.

Во избежание несчастных случаев на предприятии и на рабочем месте необходимо соблюдать требования техники безопасности.

Все подвижные и вращающиеся части машин, оборудования и инструмента должны иметь защитные экраны. Машин и оборудование должны быть правильно заземлены. Источники электроэнергии должны соответствовать

действующим техническим требованиям. В местах установки предохранителей необходимо использовать специальные средства защиты.

Обслуживание и ремонт оборудования и приспособлений должны производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации и ремонту. Инструмент должен быть исправным.

На видных местах должны быть вывешены:

- информационные указатели - например: «Вода для питья», «Раздевалка», «Туалеты» и др.;

- предупреждающие указатели – например: «Внимание – поезд», «Стоять! Высокое напряжение» и др.;

- запрещающие указатели – например: «Не курить!», «Шлифование без очков запрещено» и др.

Стальные и пеньковые канаты различного подъемно-транспортного оборудования и принадлежностей, ремни безопасности должны систематически подвергаться контролю на прочность.

Пожарные и подъездные пути, проходы для пешеходов (как на территории предприятия, так и внутри помещений) должны быть безопасны для движения.

Не следует пользоваться поврежденными лестницами. Открытые каналы и лазы должны быть хорошо обозначены и ограждены.

На предприятии и на рабочем месте мысли работника должны быть сосредоточены на порученной ему работе, которую нужно выполнить быстро и качественно. На работе недопустимы нарушения трудовой и производственной дисциплины, употребление алкоголя.

Каждый участок должен быть оснащён аптечкой (пунктом оказания первой помощи). Аптечка должна содержать: стерильные бинты, вату, дезинфицирующие средства, пластырь, биндажи, жгуты, стерильные пакеты, треугольные платки, шины и носилки, валериановые капли, болеутоляющие средства, таблетки от кашля, нашатырный спирт, йод, чистый спирт, питьевую соду.

2. Источники опасности при проведении работ на участке по обнаживанию деталей.

К источникам опасности относятся:

- движущиеся (вращающиеся) части станка (шлифовальный круг);
- возможность поражения электрическим током (нарушение заземления);
- неподвижное закрепление приспособления, заготовки и т. д. (ручник);
- возможность разрыва шлифовального круга;
- заусенцы на заготовках;
- образующаяся при обработке мелкая стружка, частицы абразива;
- измерение заготовки в процессе обработки;
- повышенный уровень шума, вибрации, недостаточное освещение и т.д.

3. Средства индивидуальной защиты рабочего.

К средствам индивидуальной защиты рабочего относятся:

- рабочие костюмы, обувь (выдаются бесплатно согласно приложению к постановлению Министерства труда и социального развития РФ от 29.10. 1999г. №39);
- средства защиты органов дыхания (респираторы);

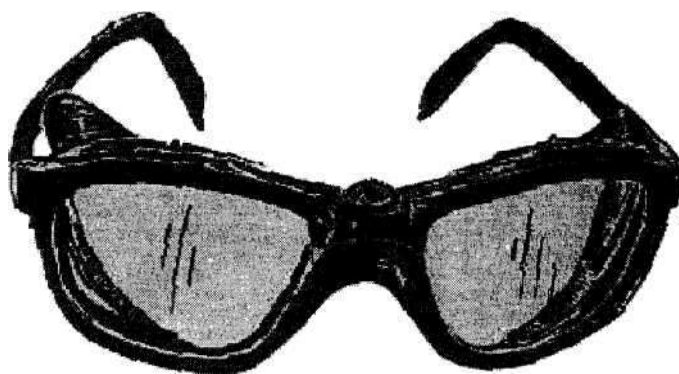
Изолирующие дыхательные аппараты:



Респиратор, фильтрующий газо, пылезащитный РУ — 60М.

- средства защиты органов зрения (очки, защитные экраны);

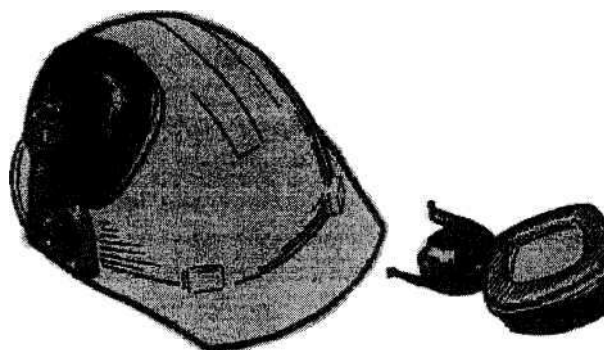
Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013 - 85 предназначены для защиты глаз спереди и с боков от летящих твердых частиц при станочной обработке металла, пластмассы и других материалов.



Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85

- средства защиты органов слуха (наушники, противошумовые шлемы) .

Шлемы и каски закрывают часть головы и ушную раковину



Каска с противошумными наушниками

Во время работы наждачник обязан пользоваться выданной спецодеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

4. Правила безопасности перед началом работы.

Общие требования охраны труда.

1. К самостоятельной работе по выполнению наждачных работ допускается обученный персонал, прошедший медицинский осмотр и признанный

годным для выполнения работ, прошедший вводный инструктаж по охране труда первичный инструктаж на рабочем месте, ознакомленный со специальными инструкциями по работе с инструментом, с правилами пожарной безопасности, усвоивший безопасные приемы работы, знающий и умеющий применять методы оказания первой помощи при несчастных случаях.

2. При работе с ручным слесарным инструментом (пневматические и другие механические машины), могут иметь место вредные и опасные производственные факторы, том числе:

- повышенная или пониженная температура поверхности оборудования, материалов;
- острые кромки, заусенцы, шероховатость на поверхностях заготовок, инструмента, оборудования, отходов;
- осколки металла, отлетающие от обрабатываемой детали;
- неисправный инструмент (трещины в металле, непрочны насажены рукоятки, битые и смятые грани ключей и т. д.);
- недостаточная освещенность рабочей зоны.

Внимание! Наждачник, работающий со слесарным инструментом, обязан:

- выполнять только ту работу, которая поручена ему непосредственным руководителем: начальником подразделения, производителем работ;
- иметь и использовать по назначению костюм хлопчатобумажный, очки защитные, ботинки юфтевые, рукавицы;
- если пол скользкий (облит маслом, эмульсией), посыпать его опилками;
- каждый пневматический и электроинструмент должен иметь инвентарный номер, дату следующей проверки и быть зарегистрирован в специальном журнале, в котором отмечаются периодические осмотры.

4. Правила безопасности во время работы.

Техника безопасности при работе пневматическим инструментом:

- для присоединения шланга к инструменту предварительно проверить его и продуть воздухом;

- не держать пневматический инструмент за шланг или рабочую часть;
- во время работы не разъединять шланг;
- включить подачу воздуха только после установки инструмента в рабочее положение;
- с пневматическими инструментами работать только в защитных очках;
- при работе на шлифовальной машинке следить за исправностью защитного кожуха.

5. Правила безопасности по окончании работы

После окончания работы:

- выключить станок.
- тщательно убрать рабочее место от стружки и частиц абразива.
- уложить инструмент, приспособления, материалы на соответствующие места.
- убрать промасленную ветошь в специальные металлические ящики, во избежание самовозгорания.

6. Личная гигиена рабочего

Гигиена труда – это раздел профилактической медицины, изучающий влияние на организм человека трудового процесса и факторов производственной среды с целью научного обоснования нормативов и средств профилактики профессиональных заболеваний и других неблагоприятных последствий воздействия условий труда на работников.

Работник, приступающий к работе, должен:

- быть здоров, опрятно одет. Волосы необходимо заправить под головной убор (косынку, берет).
- по окончании работы очистить от посторонних частиц и грязи одежду и обувь.
- средства индивидуальной защиты рабочего убрать в специально отведенное место.

- вымыть руки и принять душ.

7. Основные узлы обдирочно-шлифовального (наждачного) станка

Станок обдирочно-шлифовальный станок мод. ЗТ634 предназначен для выполнения следующих работ:

- заточки различного режущего инструмента;
- заточки и доводки слесарного инструмента;
- полировки деталей;
- выполнения слесарных работ по удалению заусенцев, обработке фасок .

Общий вид станка мод. ЗТ634 выполнен на рисунке 1.



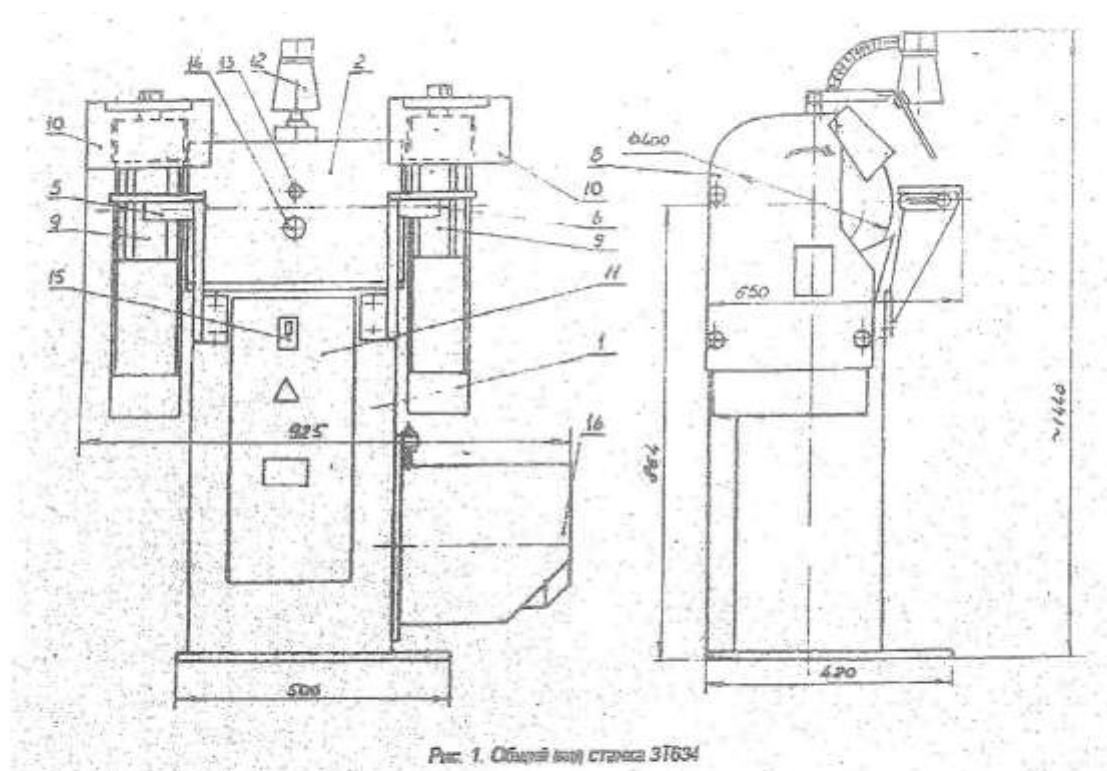


Рис. 1. Общий вид станка 3Т634

Таблица 1. Состав изделия

№ № поз.	Наименование	Количество	Примечание
1	Станина	1	
2	Головка шлифовальная	1	СМТ-400.022.000
5,6	Подручник	2	
8	Кожух защитный	2	
9	Крепление шлифовального круга	2	
10	Защитный экран	2	
11	Электрооборудование	1	
12	Светильник	1	
13	Кнопка «Пуск»	1	
14	Кнопка «Стоп»	1	
16	Электродвигатель	1	АИР90S2

Основные технические данные на станок мод. 3Т634 представлены в таблице 2.

Таблица 2. Технические характеристики станка мод. 3Т634

№ № п.п.	Технические данные	Размеры
1	Наибольшая масса обрабатываемых изделий, кг	20
2	Количество шлифовальных кругов	2
3	Размеры шлифовального круга, мм	400x40x203
4	Высота центров шлифовальных кругов, мм	850
5	Расстояние между центрами шлифовальных кругов, мм	700
6	Скорость окружная – м/сек	33
7	Потребляемая мощность - кВт	3,0
8	Частота вращения – об/мин	3000
9	Габариты стола, мм	150x80
10	Количество столов, шт	2
11	Габаритные размеры (длинаxширинаxвысота), мм	925x650x1440
12	Масса - кг	365

6. Установка обдирочно-шлифовального круга, регулировка зазора

Установка и крепление шлифовальных кругов выполнена на рисунках 3 и 4.

На рисунке 3 показана установка шлифовального круга типа 5 (ПВ)*.

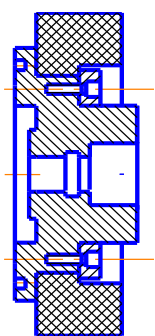
На рисунке 4 показана установка шлифовального круга типа 1 (ПП)*.

Круги насаживаются на переходные фланцы, которые крепятся к конусной части шпинделя.

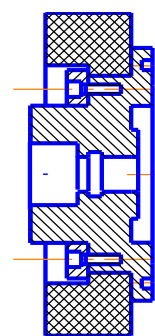
Переходные фланцы имеют специальные сухарики, с помощью которых балансируются шлифовальные круги.

* Старое обозначение типа шлифовального круга (ГОСТ 2424-73).

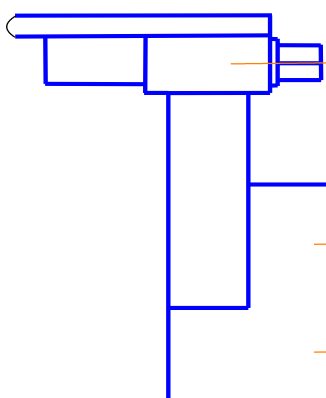
К станине станка крепятся два кронштейна, на которые устанавливаются подручники.



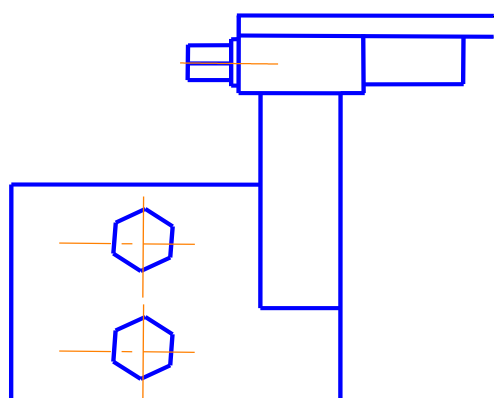
Крепление круга



Крепление круга



Подручник левый



Подручник правый

Подручники предназначены для выполнения заточных работ и зачистке деталей.

Крепление подручника выполнено так, что он может перемещаться вдоль паза кронштейна, и крепится резьбовым соединением.

Необходимо знать, что при обработке деталей происходит износ и уменьшение диаметра шлифовального круга, а зазор между шлифовальным кругом и подручником постоянно увеличивается.

В процессе выполнения работы необходимо следить, чтобы величина зазора между шлифовальным кругом и подручником был не более 3 мм

7. Назначение и устройство пневматической шлифовальной машинки ИП2009 ГОСТ 12634-67

Пневматическая шлифовальная машинка ИП2009 предназначена для зачистки облоя литых и штампованных деталей, зачистки сварных швов и других поверхностей периферией шлифовального круга.

Основные технические данные на пневматическую шлифовальную машинку ИП2009 ГОСТ 12634-67 представлены в таблице 3.

Таблица 3. Технические данные.

№ № п.п.	Техническая характеристика	Размерность	Величина
1	Максимальный диаметр шлифовального круга	мм	60
2	Число оборотов шпинделя на холостом ходу	об/мин	12700
3	Мощность на шпинделе	л.с.	0,6
4	Расход воздуха при максимальной мощности	м ³ /мин	0,9
5	Давление сжатого воздуха на входе в машинку	кгс/см ²	5,0
6	Габаритные размеры:		
	длина	мм	476
	ширина	мм	73
	высота	мм	70
7	Вес без шлифовального круга	кг	2,0



Рисунок 7

Пневматическая шлифовальная машинка ИП2009 Рис. 7 состоит из следующих узлов и деталей:

1. Корпус шпинделя
2. Регулятор оборотов центробежный
3. Корпус
4. Пневматический ротационный двигатель
5. Пусковое устройство

6. Шпиндель

7. Защитный кожух

Подготовка к работе:

- перед началом работы проверить комплектность инструмента и наличие смазки;
- проверить надежность затяжки всех резьбовых соединений;
- установить и закрепить шлифовальный круг;
- надежно присоединить машинку к воздухопроводу;
- проверить давление воздуха в сети (P кгс/см² не ниже 5,0);
- опробовать работу машинки на холостом ходу.

Воздухопровод на рабочем месте должен иметь фильтр-влагоотделитель мод. В41-14, маслораспылитель мод. В44-24, регулятор давления мод. В57-14 и манометр.

Правила техники безопасности

1. К работе машинкой допускаются лица, прошедшие соответствующий инструктаж.
2. Запрещается:
 - производить наладку, разборку и другие виды работ, не отсоединив ее от воздухопровода;
 - переходить с одного участка на другой с работающей машиной.
3. При обнаружении неисправности немедленно прекратить работу и сдать машину в ремонт;
4. Для работы машиной рекомендуются шлифовальные круги типа 1 (ПП) 60×20×20 ГОСТ 2424-83;
5. Шлифовальные круги должны быть проверены и отбалансированы, что снижает вибрацию.

8. Организация рабочего места наждачника

При проектировании организации рабочих мест решаются вопросы создания необходимых предпосылок для нормального хода производственного процесса и нормальных условий труда.

Основной задачей проектирования организации рабочего места является создание такой конструкции организационной оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей и оснастки, при которых отсутствуют лишние и нерациональные движения и приемы (повороты, нагибания и т.д.), максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего в рабочей зоне.

Рабочая зона – площадь в трехмерном пространстве (в горизонтальной, вертикальной плоскостях и по глубине), в пределах которой работник может нормально выполнять трудовые действия.

По действующим нормам на каждого работающего должно быть отведено не менее $4,5\text{ м}^2$ производственной площади при высоте помещения $3,2\text{ м}$.

Пример планировки рабочего места наждачника выполнен на рисунке 7.

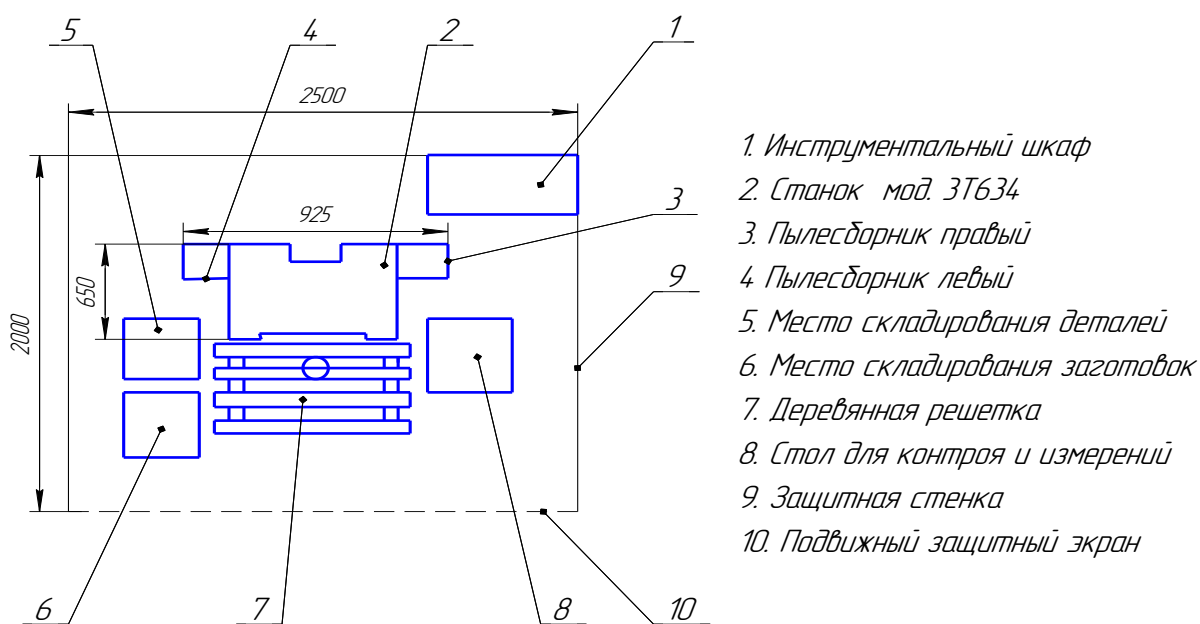


Рисунок 7

Все рабочие места наждачников, во избежании загрязнения окружающей среды частицами наждачной пыли мелкой стружкой, оборудуются приточно-вытяжной вентиляцией.

Схема приточно-вытяжной вентиляции представлена на рисунке 8.

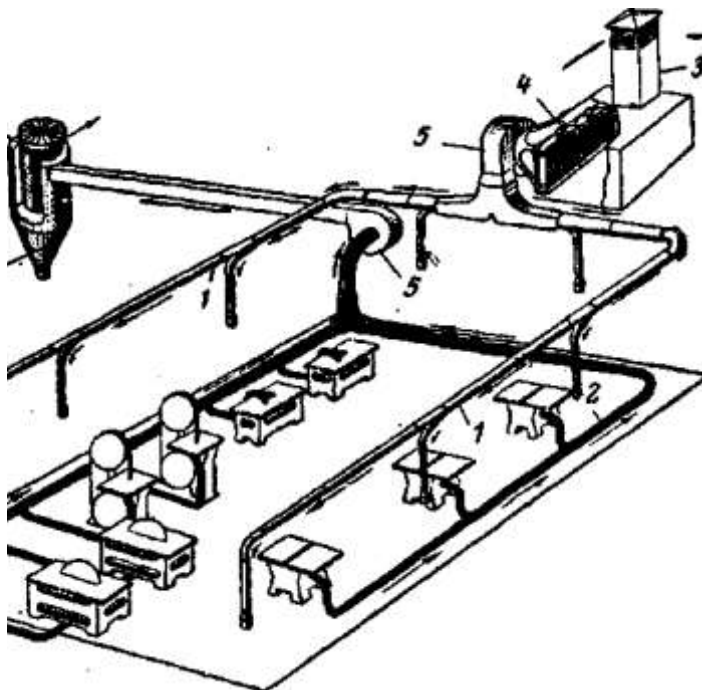


Рисунок 8. Схема приточно-вытяжной вентиляции.

1—приточные магистрали; 2 —вытяжные магистрали; 3—воздухозаборная шахта; 4—воздухонагреватели; 5—вентиляторы; 6—центробежный пылеотделитель.

12 Материаловедение. Чугуны, их марки и классификация

Чугун – сплав железа с углеродом, в составе которого углерода более 2%. В отличие от стали чугун является более хрупким материалом.

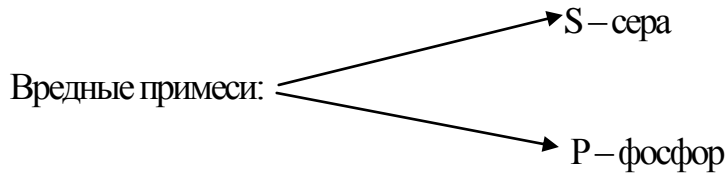
Чугун получают из железных руд в доменных печах. Кроме основы (железа) – Fe и углерода – C, в чугунах содержатся в малом количестве примеси, а также специально вводимые легирующие элементы.

Полезные примеси:

- Mn - марганец,
- Si – кремний.

Марганец – повышает твердость чугуна.

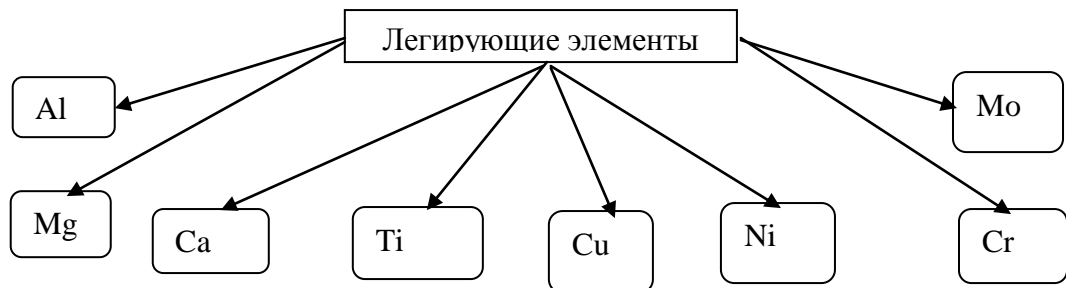
Кремний – повышает прочность и вязкость чугуна, улучшает литейные свойства.



Сера – понижает прочность, ухудшает литейные свойства чугуна.

Фосфор – повышает хрупкость.

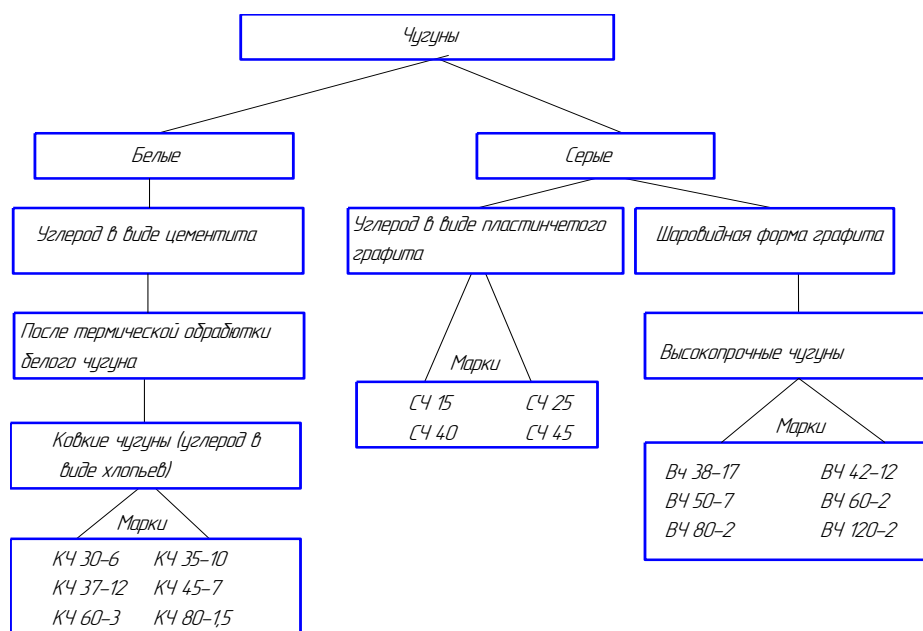
Для улучшения свойств чугунов производят их модифицирование и легирование путем добавления легирующих элементов.

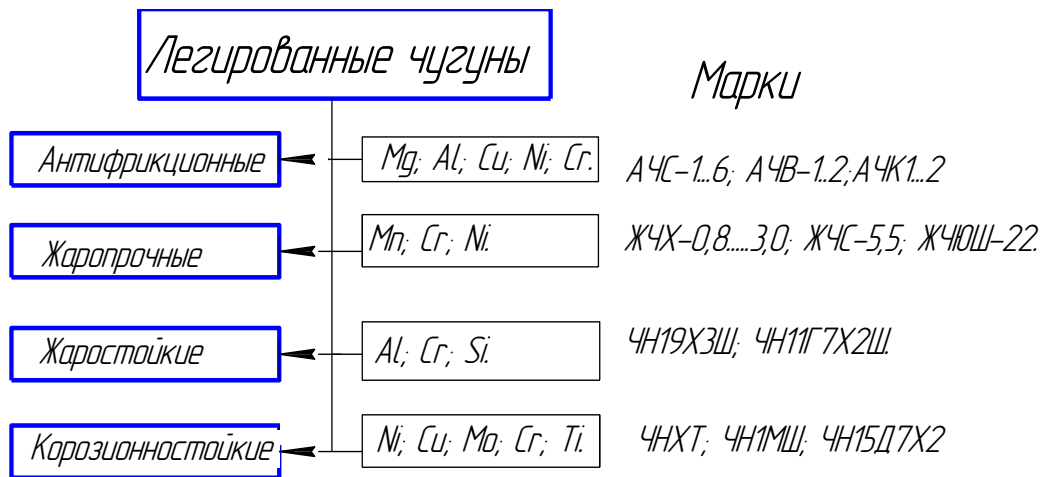


Классификация чугунов

В зависимости от структуры и химического состава чугуны разделяются на ряд групп.

1. По структуре, в зависимости от характера соединения железа с углеродом.





Белые чугуны.

Белые чугуны характеризуются наличием углерода в виде цементита (Fe₃C). Белый чугун отличается:

- высокой твердостью,
- хрупкостью,
- высокой износостойкостью.

Механические свойства белого чугуна представлены в таблице 4.

Таблица 4. Механические свойства белого чугуна.

Предел прочности при растяжении σ_B , Мпа	Относительное удли- нение δ , в %	Твердость по Бринеллю НВ	
		Мпа	кгс/мм ²
142	0	3234...392	330...400

Белый чугун имеет очень низкую обрабатываемость резанием. Обычно он не подвергается механической обработке и используется для переделки в ковкий чугун.

Ковкий чугун

Ковкими называют чугуны, в которых графит имеет хлопьевидную форму. Их получают термической обработкой белых чугунов

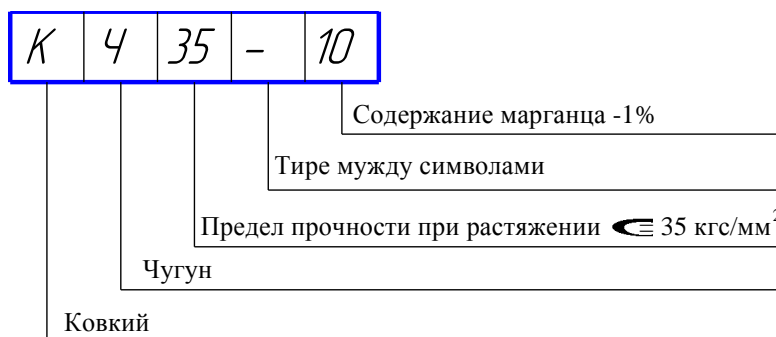
Ковкие чугуны содержат:

- углерод 2,2-3,1 %,
- кремний 0,7-1,5%,
- марганец 0,3-0,6%,
- фосфор до 0,18%,
- серу до 0,12%,
- хром до 0,2%.

Обозначение марки ковкого чугуна:

- буквы КЧ (обозначают «ковкий чугун»)
- цифры (первое число показывает предел прочности при растяжении σ , кгс/мм²; второе число – относительное удлинение δ , %).

Пример маркировки ковкого чугуна КЧ35-10:



Ковкий чугун обладает высокой прочностью и пластичностью, хорошо обрабатывается резанием. Механические свойства ковкого чугуна представлены в таблице 5.

Таблица 5. Механические свойства ковкого чугуна.

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении σ_b , Мпа	Относительное удлинение δ ,%	Твердость по Бринеллю НВ	
			Мпа	кгс/мм ²
КЧ 30-6	294	6	1000-1630	102-166
КЧ 35-10	343	10	1000-1630	102-166
КЧ 37-12	363	12	1100-1630	112-166
КЧ 45-7	441	7	1500-2070	153-211
КЧ 60-3	588	3	2000-2690	204-274
КЧ 80-1,5	784	1,5	2700-3200	275-326

Ковкие чугуны широко применяются в машиностроении для изготовления деталей высокой прочности.

Серый чугун

Серый чугун характеризуется тем, что в его структуру входит пластинчатый графит. Серые чугуны содержат:

- углерода 2,5 - 3,6%,
- кремния 1,1 - 2,9%,
- марганца 0,2 - 1,4%,
- фосфора от 0,02 до 0,4%,
- серу от 0,02 до 0,15%
- хром от 0,15 до 0,3%,
- никеля до 0,5%.

Обозначение марки серого чугуна включает буквы и цифры

Пример маркировки серого чугуна.

С	Ч	18
		18 - предел прочности на растяжение – 18 кгс/мм ²
		Ч- чугун
С- серый		

Серый чугун обладает высокими литейными, хорошо обрабатывается резанием. Широко применяется в машиностроении. Механические свойства ковкого чугуна представлены в таблице 6.

Таблица 6. Механические свойства серого чугуна.

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении σ_b Мпа	Твердость по Бринеллю, НВ	
		Мпа	кгс/мм ²
СЧ.15	150	1630-2290	166-234
СЧ 25	250	1800-2500	183-255
СЧ 40	400	2070-2850	211-290
СЧ 45	450	2290-2890	234-294

Для повышения механических свойств производится модифицирование серого чугуна путем добавления алюминия или кальция.

Отливки из чугуна СЧ40, СЧ45 относятся к особо качественным, получаемым специальным способом производства. Применяются для наиболее ответственного литья.

Например: станина (позиция 1) вертикально-сверлильного станка изображенного на рисунке 9 изготовлена из серого чугуна СЧ 40.

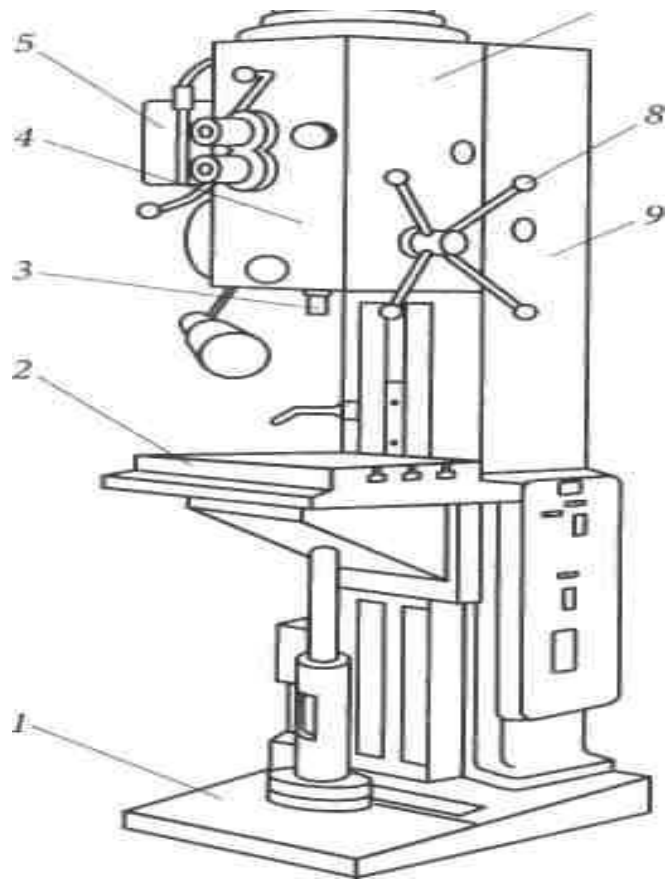


Рисунок 9. Вертикально-сверлильный станок

Высокопрочный чугун

Высокопрочный чугун от остальных марок отличается тем, что в структуре имеет шаровидную форму графита. Высокопрочные чугуны содержат:

- углерода 2,7-3,6%, (C)
- кремния 1,0-3,8%, (Si)
- марганца 0,4-0,9%, (Mn)
- фосфора до 0,1%, (P)
- серы до 0,14%, (S)
- хрома до 0,1%, (Cr)
- никеля до 0,2-0,8% (Ni)

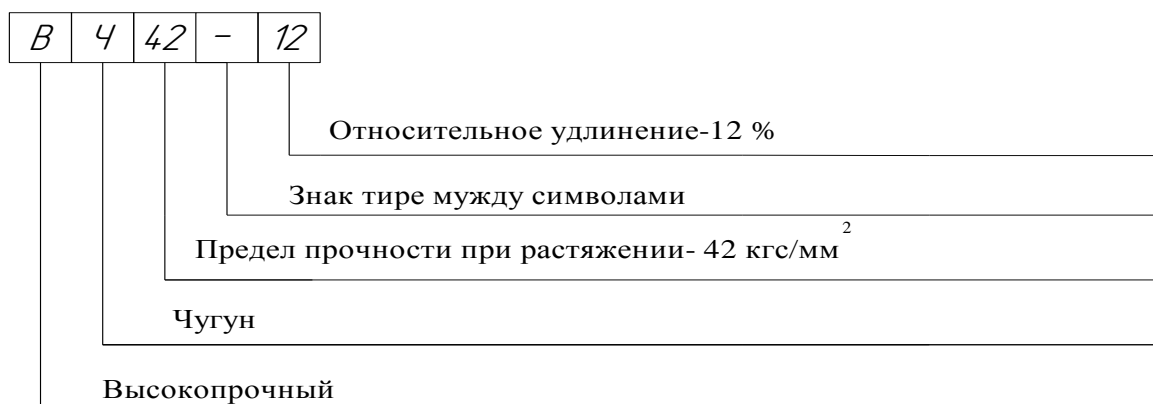
Обозначение марки высокопрочного чугуна включает:

- буквы ВЧ (обозначают «высокопрочный чугун»);
- цифры (первое число показывает предел прочности при растяже-

нии σ_B , кгс/мм²;

- второе число – относительное удлинение δ %).

Пример маркировки высокопрочного чугуна.



Высокопрочный чугун обладает высокой прочностью и удовлетворительной пластичностью. Механические свойства высокопрочного чугуна представлены в таблице 7.

Таблица 7. Механические свойства высокопрочного чугуна.

Марка чугуна	Предел прочности при растяжении σ_B - Мпа	Относительное удлинение δ %	Твердость по Бринеллю, НВ	
			Мпа	кгс/мм ²
ВЧ 38-17	380	17	1400-1700	142-173
ВЧ 42-12	420	12	1400-2000	142-204
ВЧ 50-7	500	7	1710-2410	174-246
ВЧ 60-2	600	2	2000-2800	204-285
ВЧ 80-2	800	2	2500-3300	255-336
ВЧ 120-2	1200	2	3020-3800	308-388

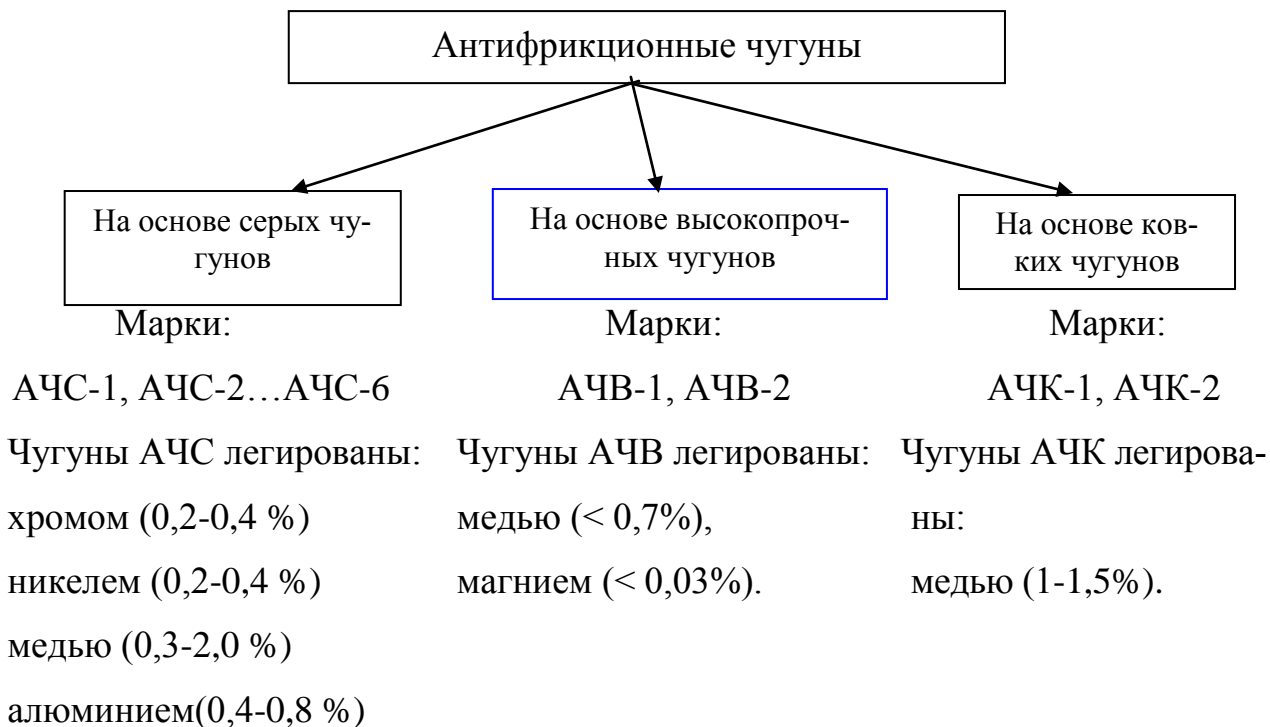
Высокопрочный чугун применяется в различных отраслях техники при изготовлении прокатных станов, кузнечно-прессового оборудования, деталей турбин и других ответственных деталей.



Коленчатый вал из высокопрочного чугуна

Антифрикционный чугун

Антифрикционные чугуны получают на основе серых, высокопрочных и ковких чугунов.

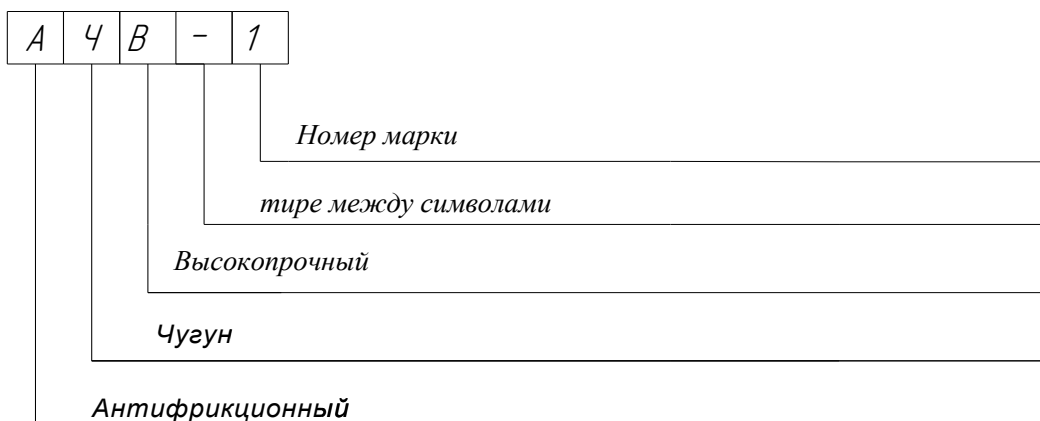


Маркировка антифрикционных чугунов.

Обозначение марки антифрикционного чугуна включает:

- буквы АЧ (обозначают «антифрикционный чугун»);
 - С - серый;
 - В - высокопрочный;
 - К - ковкий;
- цифры (указывают номер марки).

Пример маркировки антифрикционного чугуна:



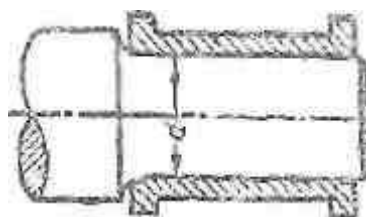
Антифрикционный чугун обладает хорошей износостойкостью.

Механические свойства антифрикционного чугуна представлены в таблице 8.

Таблица 8. Механические свойства антифрикционного чугуна

Марка чугуна	Твердость по Бринеллю, НВ	
	МПа	кгс/мм ²
АЧС-1	1766-2364	180-262
АЧС-2	1766-2246	180-229
АЧС-3	1570-1864	160-190
АЧС-4	1766-2246	180-229
АЧС-5	1766-2246	180-229
АЧС-6	981-1177	100-120
АЧВ-1	2058-2550	210-260
АЧ8-2	1638-1933	167-197
АЧК-1	1834-2573	187-262
АЧК-2	1638-1933	167-197

Антифрикционные чугуны используются для изготовления деталей, работающих в условиях трения скольжения.



Подшипник скольжения из антифрикционного чугуна

Чугуны со специальными свойствами

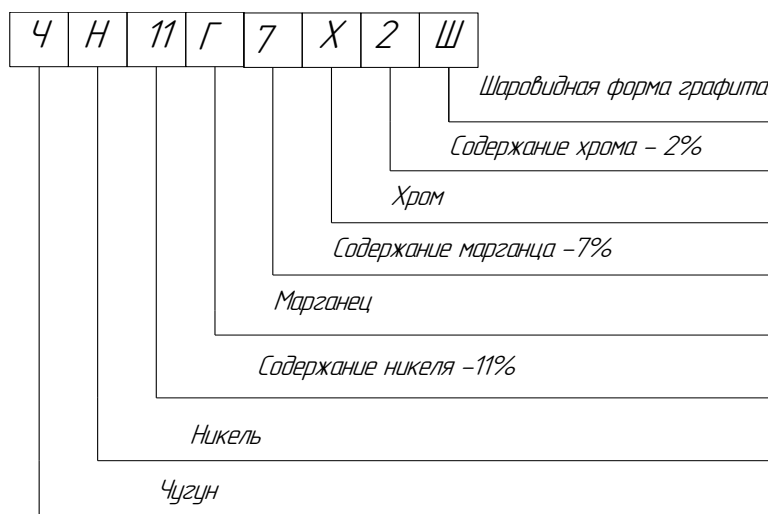
Путем введения легирующих элементов создаются чугуны со специальными физическими и химическими свойствами.

Жаропрочный чугун предназначен для эксплуатации при температуре до 600°C. Такой чугун легирован никелем, хромом, марганцем.

Обозначение марки жаропрочного чугуна включает:

- букву *Ч* (обозначает «чугун»);
- буквы *Н, Х, Г* (обозначают легирующие элементы- никель, хром, марганец);
- букву *Ш* (обозначает, что графит имеет шаровидную форму);
- цифры за буквой (указывают процентное содержание легирующих элементов).

Пример маркировки жаропрочного чугуна



Жаропрочный чугун сохраняет прочность при температурах до 600°C. Имеет пониженную обрабатываемость резанием. Химический состав и механические свойства жаропрочных чугунов представлены в таблице 9.

Таблица 9. Химический состав и механические свойства жаропрочных чугунов.

Марка чугуна	Химический состав, %							Механические свойства при 20°C		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	σ _в , МПа; δ, %		НВ, МПа
				не более				не менее		
ЧН19Х3Ш	2,5-3,0	1,8-2,5	1,0-1,6	0,05	0,03	2,5-3,5	17-20	392	5	1176-2499
ЧН11Г7Х2Ш	2,5-3,0	1,8-2,5	5,0-8,0	0,05	0,03	1,0-2,5	10-12	392	4	1176-2499

Жаропрочный чугун применяется для изготовления деталей газовых турбин, насосов, двигателей внутреннего сгорания.

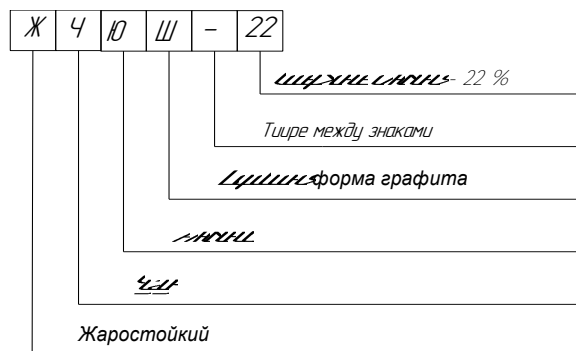
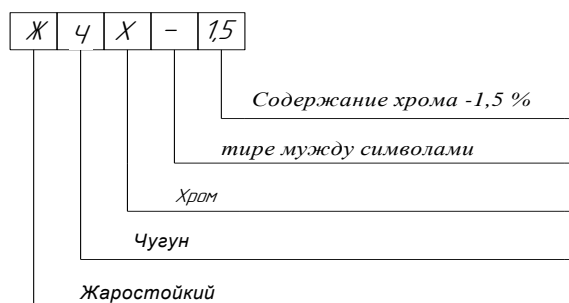
Жаростойкий чугун обладает способностью противостоять окислению при повышенных температурах, легирован хромом, кремнием, алюминием.

Обозначение марки жаростойкого чугуна включает:

- буквы ЖЧ (обозначают «жаростойкий чугун»);
- буквы Х, С, Ю (обозначают легирующие элементы - хром, кремний, алюминий);
- букву Ш (обозначает, что графит имеет шаровидную форму);

- цифры (указывают процентное содержание легирующих элементов).

Пример маркировки жаростойкого чугуна:



Жаростойкий чугун сохраняет свойства при температуре до 600-1100°C.

Химический состав и механические свойства жаростойких чугунов представлены в таблице 10.

Таблица 10. Химический состав и механические свойства жаростойких чугунов.

Чугун	Марка чугуна	Химический состав, %							Механические свойства при 20°C	
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	$\sigma_{в}$	НВ, МПа
Хромистый	ЖЧХ-0,8	3,0-3,9	1,5-2,5	$\leq 1,0$	$\leq 0,3$	$\leq 0,12$	0,5-	-	176	2029-2803
	ЖЧХ-1,5	3,0-3,9	1,7-2,7	$\leq 1,0$	$\leq 0,3$	0,12	1,0		147	2029-2803
	ЖЧХ-2,5	3,0-3,9	2,8-3,8	$\leq 1,0$	$\leq 0,3$	$\leq 0,12$	1,1-		-	2234-3567
	ЖЧХ-30	2,4-3,0	1,0-2,0	$\leq 0,7$	$\leq 0,1$	$\leq 0,08$	1,9-2,0-2,7		294	3626-5390
Кремнистый с пластичатым графитом	ЖЧС-5,5	2,4-3,2	5,0-6,0	0,5-1,2	0,03	$\leq 0,12$	0,5-0,9	-	98	1372-2409
Кремнистый с шаровидным графитом	ЖЧСШ-5,5	2,5-3,5	5,0-6,0	$\leq 0,7$	$\leq 0,2$	$\leq 0,03$	$\leq 0,2$	-	215	2234-3146
Алюминиевый с пластинчатым графитом	ЖЧЮ-22	1,6-2,5	1,0-2,0	0,4-0,8	$\leq 0,2$	$\leq 0,08$	-	19-25	88	1372-2803
Алюминиевый с шаровидным графитом	ЖЧЮШ-22	1,6-2,5	1,0-2,0	0,4-0,8	$\leq 0,2$	$\leq 0,05$	-	19-25	245	2362-3675

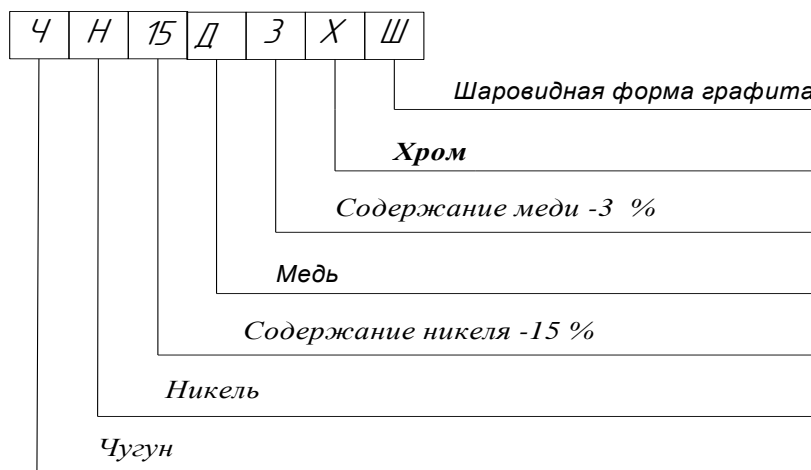
Жаростойкий чугун применяется для талей турбин, двигателей, работающих при температурах до 1000°C.

Коррозионно стойкие чугуны в состав которых вводится хром, титан, молибден, медь, никель с целью повышения его коррозионной стойкости

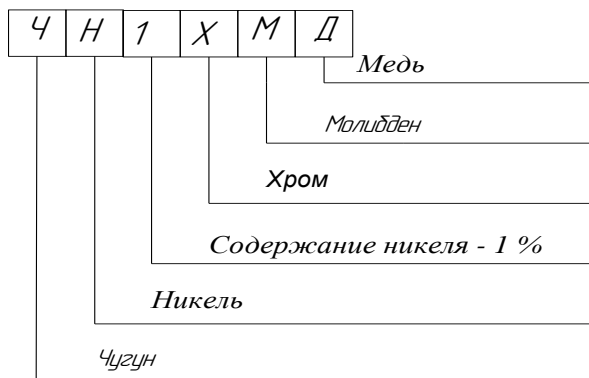
Обозначение марки коррозионностойкого чугуна включает:

- букву Ч (обозначает «чугун»);
- буквы Х, Т, М, Д, Н (обозначают легирующие элементы - хром, титан, молибден, медь, никель);
- букву Ш (обозначает, что графит имеет шаровидную форму);
- цифры (указывают процентное содержание легирующих элементов).

Пример маркировки коррозионно стойкого чугуна:



Пример маркировки коррозионно- стойкого чугуна:



Коррозионно-стойкий чугун сохраняет свойства при работе в газовых средах, водных растворах. Химический состав и механические свойства коррозионно-стойких чугунов представлен в таблице 11.

Таблица 11. Химический состав и механические свойства коррозионно-стойких чугунов.

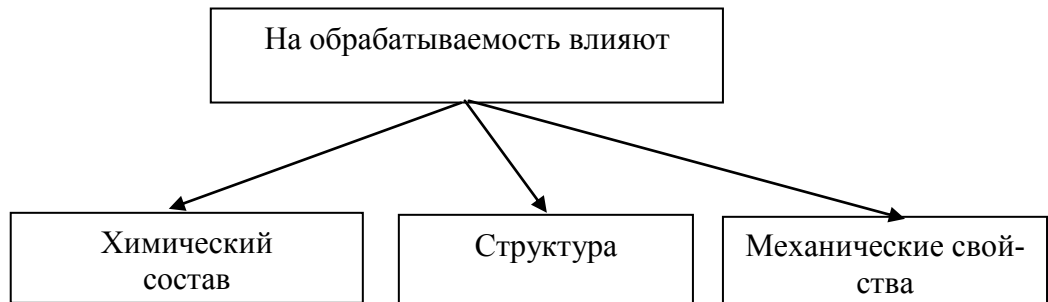
Чугун	Марка чугуна	Химический состав, %										Механические свойства при 20°C	
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	σв МПа	НВ МПа
					Не бо- лее								
Низколегированный	ЧНХТ	2,7-3,4	1,4-2,0	1,0-2,6	0,5	0,15	0,2-0,4	0,3-0,7	-	-	0,05-0,12	235	1970-2803
	ЧН1ХМТ	2,8-3,2	1,6-2,0	0,5-1,2	0,15	0,12	0,2-0,6	0,7-1,5	0,3-0,6	0,2-0,5	-	294	
	ЧМ1МШ	3,2-3,8	2,4-2,8	0,8-1,2	0,1	0,03	0,1	0,8-1,4	0,3-0,6	-	-	490	
Высоколегированный	ЧН15Д7Х2	2,5-3,0	1,5-3,0	0,5-1,2	0,3	0,1	1,5-3,0-	1,4-1,7	-	6,0-8,0	-	176	1176-1931
	ЧН15Д3ХШ	2,5-3,0	2,0-2,5	1,3-1,8	0,1	0,03	0,2-0,6	1,4-1,7	-	3,0-3,5	-	343	

Коррозионно-стойкий чугун применяется для изготовления деталей паровых машин и турбин дизелей двигателей внутреннего сгорания, деталей нефтехимического оборудования.

Обрабатываемость чугунов резанием

Обрабатываемость - совокупность качеств металла, которые определяют производительность труда при обработке резанием.

Обрабатываемость чугуна зависит от многих факторов.



Обрабатываемость чугуна снижается при:

- уменьшении содержания графита;
- увеличении твердости;
- наличии пластинчатого графита по сравнению со сфероидальной формой графита;
- увеличении содержания молибдена, марганца, хрома, фосфора;
- наличии литейной корки.

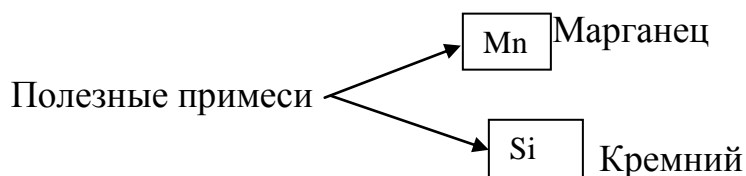
Хорошо обрабатываются серый и ковкий чугун. Практически не обрабатывается белый чугун.

13. Стали. Определение. Классификация

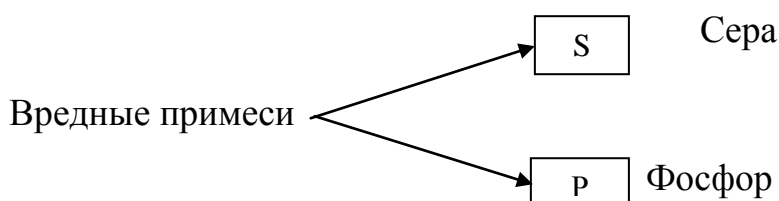
Сталь - сплав железа с углеродом (содержание С до 2%) и другими элементами.

Процесс получения стали из железной руды называют выплавкой. Непосредственному получению стали предшествует доменный процесс.

Кроме основы (железа) - Fe и углерода – С, в сталях в малых количествах присутствуют примеси:



Полезные примеси необходимы для ведения металлургического процесса выплавки стали.



Сера повышает хрупкость стали.

Фосфор снижает вязкость.

Классификация сталей

Стали классифицируют по: химическому составу, качеству, степени раскисления, методу придания формы и размеров, назначению.

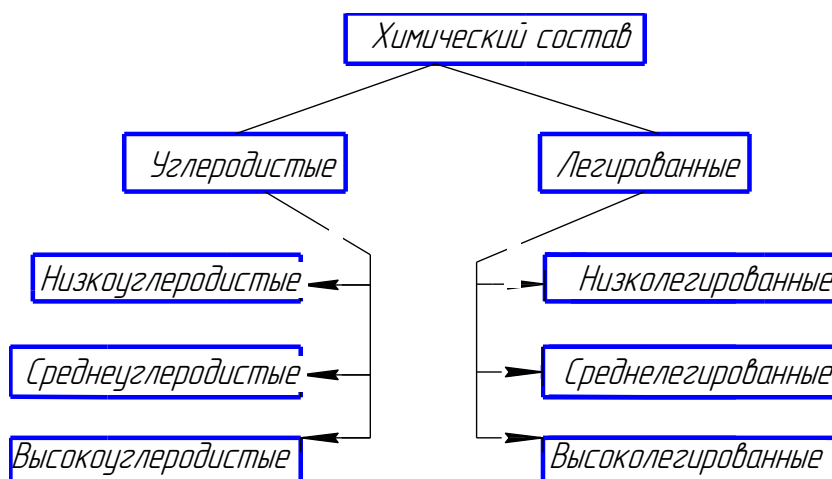
В составе стали присутствуют также специально добавленные легирующие элементы, которые придают сталям высокие конструкционные свойства. Это никель, хром, медь, молибден, алюминий, вольфрам, титан, ванадий, кобальт, ниобий и др.

Легирующие элементы имеют обозначения, указанные в таблице 12.

Таблица 12. Легирующие элементы в сталях.

Легирующий элемент	Химический символ	Обозначение
Алюминий	Al	Ю
Бор	B	Р
Ванадий	V	Ф
Вольфрам	W	В
Кобальт	Co	К
Кремний	Si	С
Марганец	Mn	Г
Медь	Cu	Д
Молибден	Mo	М
Ниобий	Nb	Б
Никель	Ni	Н
Титан	Ti	Т
Хром	Cr	Х
Цирконий	Zr	Ц

13.1 По химическому составу стали разделяют на углеродистые и легированные.



По качественному признаку углеродистые стали делятся на стали обыкновенного качества ГОСТ 380-2005 и стали качественные ГОСТ 1050-88

По степени раскисления стали разделяют на спокойные, полуспокойные и кипящие.

Раскисление - процесс удаления из жидкого металла кислорода.

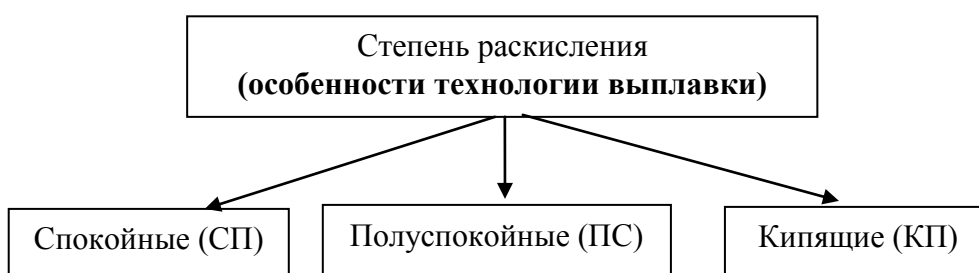
По особенностям технологии выплавки (по степени раскисления) различают стали:

- кипящие,
- полуспокойные,
- спокойные.

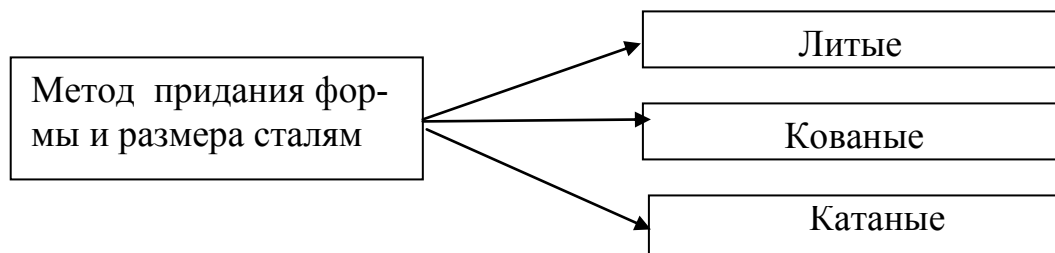
Кипящие, полуспокойные и спокойные стали отличаются содержанием технологических примесей.

Степень раскисления указывается в марке стали следующими индексами:

- кипящая - «КП»;
- полуспокойная - «ПС»;
- спокойная - «СП».



По методу придания формы и размера различают литые кованные, катаные.



13.6 Углеродистые стали

Углеродистые стали сочетают удовлетворительные механические свойства с хорошей обрабатываемостью.

Количество углерода в двухкомпонентных сталях определяет комплекс свойств углеродистых сталей.

По концентрации углерода углеродистые стали разделяют на:

- низкоуглеродистые (содержание углерода до 0,3%);
- среднеуглеродистые (содержание углерода от 0,3 до 0,5%);
- высокоуглеродистые (содержание углерода более 0,5%).

По качественному признаку углеродистые стали делятся на:

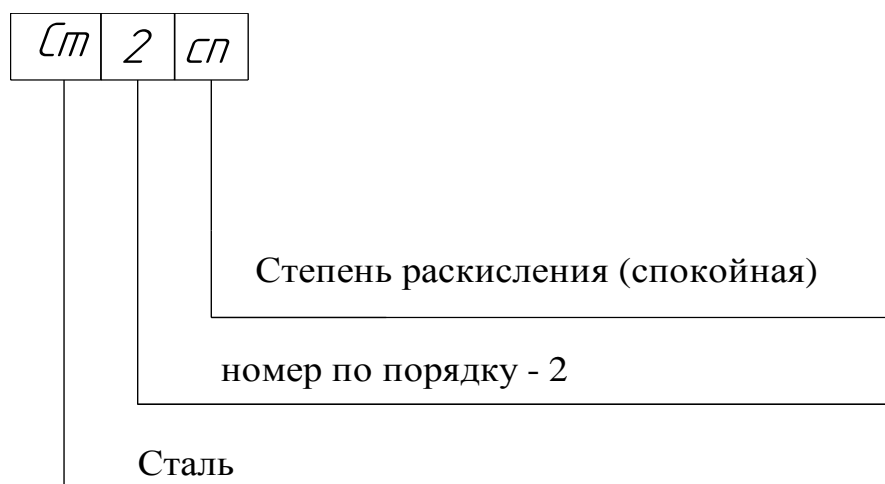
- стали обыкновенного качества ГОСТ 380-2005;
- качественные стали, которые содержат меньше вредных примесей

ГОСТ 1050-88.

Маркировка сталей обыкновенного качества включает:

- буквы Ст (обозначают «сталь»);
- цифры от 0 до 6 (условный номер стали, который связан с содержанием углерода);
- букву Г (обозначает сталь с повышенным содержанием марганца);
- индекс кп, пс или СП (обозначает степень раскисления).

Примеры маркировки сталей обыкновенного качества



Маркировка качественных сталей включает:

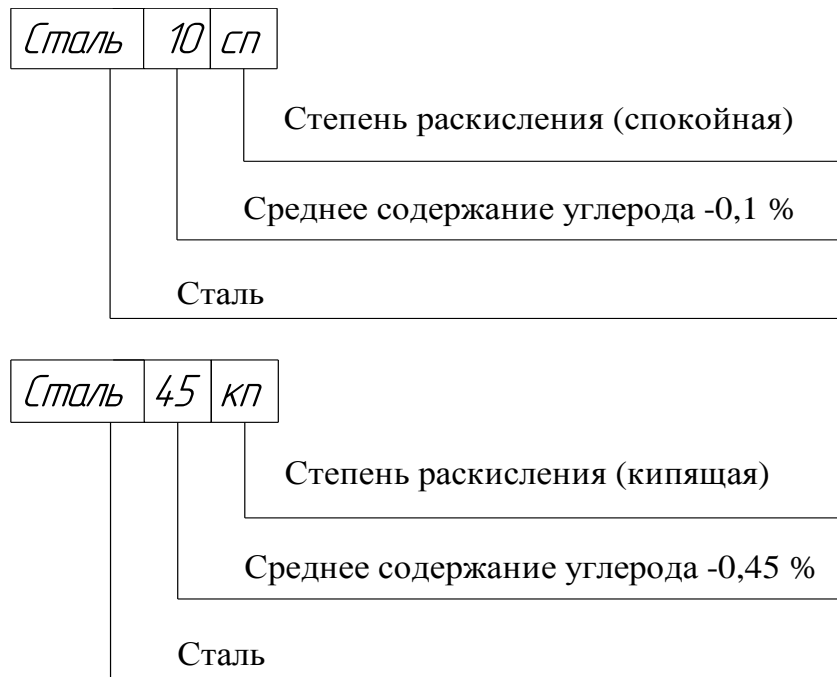
- две цифры (обозначают среднее содержание углерода в сотых долях процента);
- буква Г (обозначает сталь с повышенным содержанием марганца);
- буква К (обозначает т.н. котельную сталь);
- индекс кп или пс (обозначает степень раскисления для кипящих и полуспокойных сталей).

Содержание углерода в качественных сталях представлен в таблице 13:

Таблица 13. Содержание углерода в качественных сталях.

Марка стали	Углерод, %
08	0,05-0,12
10	0,07-0,14
20	0,17-0,24
30	0,27-0,35
40	0,37-0,45
45	0,42-0,50
50	0,47-0,55
60	0,57-0,65
80	0,77-0,85

Примеры маркировки качественных сталей:



13.7 Легированные стали

Обрабатываемость легированных сталей весьма различается в зависимости от их химического состава, механических свойств. Высоколегированные стали имеют низкую обрабатываемость резанием.

Легирующие элементы придают сталям высокие конструкционные свойства и используются для получения сталей с особыми свойствами.

Легированные стали разделяют на:

- низколегированные (содержание легирующих элементов в сумме менее 2,5%)
- среднелегированные (содержание легирующих элементов в сумме от 2,5 до 10%)
- высоколегированные (содержание легирующих элементов в сумме более 10%)

Маркировка легированных сталей включает:

- цифры (обозначают среднее содержание углерода в сотых долях процента);
- букву (обозначает легирующий элемент);
- цифры после буквы (обозначают содержание легирующего элемента в процентах.
- если содержание элемента менее 1%, то цифра не ставится;

- буква А в конце (обозначает высококачественную сталь, содержащую незначительное количество вредных примесей).

Каждый легирующий элемент обозначается буквой в соответствии с таблицей 12.

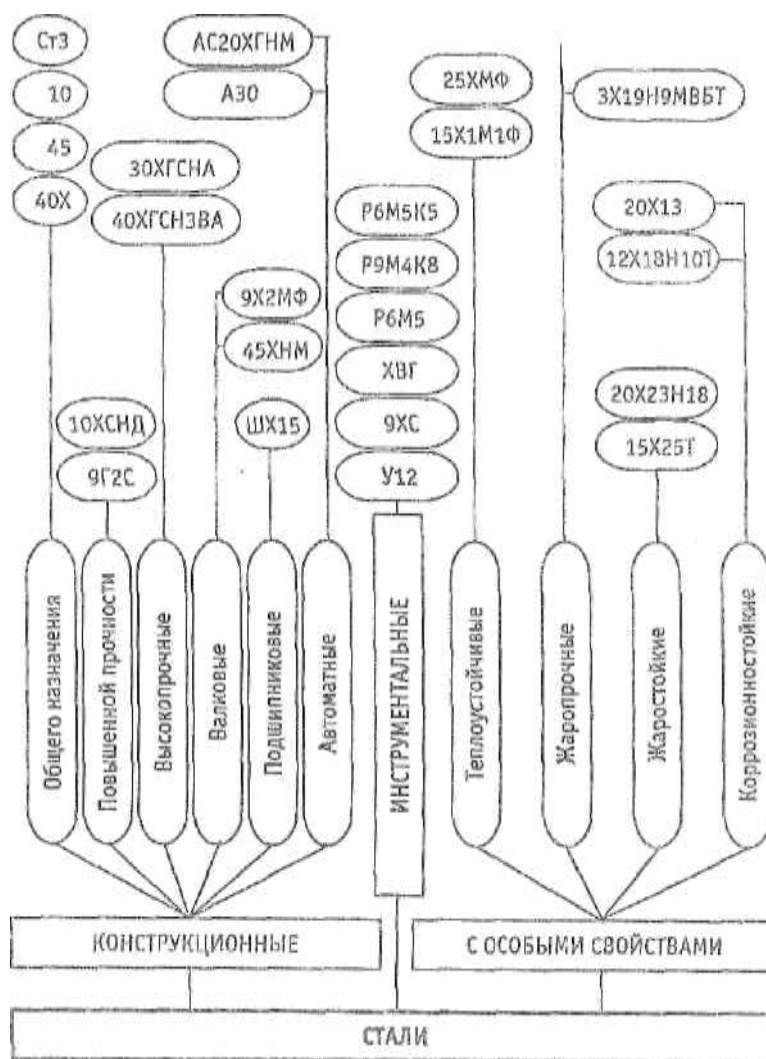
Пример маркировки легированных сталей:

12 X 18 H 10 T			
			титан (содержание менее 1%)
			содержание никеля -10%
		никель	
			содержание хрома -18%
		хром	
			содержание углерода - 0,12%

4	X	12	H	8	Г	8	М	Ф	Б
									Ниобий
									Ванадий
								Молибден	
								Содержание марганца - 8%	
							Марганец		
							Содержание никеля - 8%		
							Никель		
							Содержание хрома -12%		
							Хром		
							Содержание углерода - 0,04%		

13.8 Классификация сталей по назначению

В зависимости от назначения стали делятся на конструкционные, инструментальные и стали с особыми свойствами.



Конструкционные стали применяются для изготовления оборудования, строительных конструкций и других сооружений.

Конструкционные стали можно разделить на стали:

- общего назначения (Ст3, 10, 45, 40Х и др.). Применяются для изготовления различных деталей машиностроения, не требующих особых свойств.

Хорошо обрабатываются резанием.

- повышенной прочности (9Г2С, 10ХСНД и др.). Применяются для изготовления деталей наружных конструкций. Обрабатываемость удовлетворительная.

- высокопрочные (30ХГСНА, 30Х2ГСН2ВМ, 40ХГСН3ВА и др.).

Применяются в самолетостроении, машиностроении для деталей, требующих высокой прочности. Обрабатываемость резанием пониженная.

- валковые (9Х2МФ, 45ХНМ и др.). Применяются для изготовления валков, осей. Обрабатываемость резанием удовлетворительная.

- подшипниковые (ШХ15 и др.). Применяются для изготовления деталей подшипников. Обрабатываемость резанием удовлетворительная.

- автоматные (А20, А30, АС20ХГНМ и др.).

С целью улучшения обрабатываемости в состав сталей вводится сера, селен, теллур, кальций, свинец.

Инструментальные стали применяются для изготовления инструментов.

Инструментальные стали делятся на:

- углеродистые (У8, У8А, У12А и др.). Используются при изготовлении инструментов для резания легкообрабатываемых материалов на низких скоростях резания. Обрабатываемость резанием хорошая.

- легированные (9ХС, ХВГ, ХВСГ и др.). Применяются для изготовления некоторых видов режущего инструмента. Обрабатываемость резанием удовлетворительная.

- быстрорежущие (Р6М5, Р9М4К8 Р10К5Ф5и др.). Применяются для изготовления большой номенклатуры режущего инструмента. Обрабатываемость резанием пониженная.

Стали с особыми свойствами - это высоколегированные стали для изготовления оборудования, работающего в особо неблагоприятных условиях.

Необходимое сочетание особых свойств достигается легированием хромом, никелем, титаном, молибденом, алюминием, ванадием, кобальтом и т.п.

Стали с особыми свойствами разделяются на:

- теплоустойчивые (25ХМФ, 15Х1М1Ф и др.), которые предназначены

для работы при температурах до 560°. Обрабатываемость резанием пониженная.

- жаропрочные (1X12H2BMФ, 4X12H8Г8МФБ, 3X19H9МВБТ и др.).

Эти стали предназначены для работы в условиях воздействия высоких температур и действия механических нагрузок. Обрабатываемость резанием низкая.

- жаростойкие (20X23H18, 15X25Т и др.), предназначенные для работы в малонагруженном состоянии в агрессивных газовых средах при высоких температурах. Обрабатываемость резанием пониженная.

- коррозионностойкие (20X13; 12X18H10Т и др.). Предназначены для работы в условиях воздействия агрессивных сред (в кислотных средах H₂SO₄; H₂S, щелочах, морской воде и пр.). Обрабатываемость резанием пониженная.

- жаропрочные сплавы:

а) на железо-никелевой основе (ХН35ВТ; ХН35ВТЮ);

б) сплавы на никелевой основе: (ХН77ТЮР; ХН80ТБЮ; ХН70ВМЮТ;
ХН65В9М4ЮТ; ХН55ВМТФКЮ)

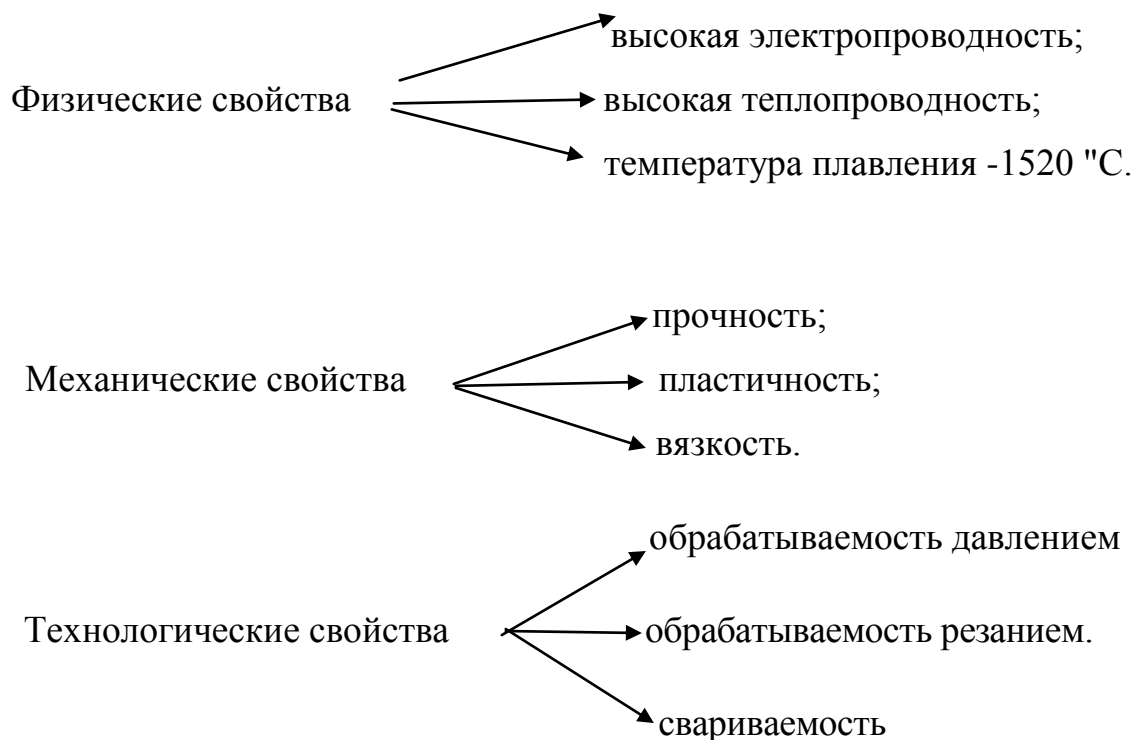
находят применение при изготовлении ответственных деталей газовых турбин, авиационных двигателей. Эти материалы имеют высокие механические свойства и очень низкую обрабатываемость резанием.

14 Свойства сталей: физические, механические и технологические.

Стали являются основным конструкционным материалом промышленности.

Стали обладают комплексом физических, химических, механических, технологических свойств.

Наиболее важными для обработки металлов резанием являются физические, механические и технологические свойства.



Необходимые свойства стали достигаются путем изменения содержания углерода и легированием.

В результате введения в состав стали никеля, хрома, титана, молибдена, вольфрама и других элементов повышаются теплостойкость, жаростойкость, жаропрочность, коррозионная стойкость сталей.

К легирующим элементам относятся: никель, титан, вольфрам, хром, молибден, ванадий и т.д.

Совокупность свойств сталей определяет их обрабатываемость резанием. Механические свойства металла - характеристики, определяющие поведение металла при нагружении и его сопротивление возможному разрушению.

Основные механические свойства сталей представлены в таблице.

Характеристика	Обозначение	Размерность
Предел текучести	σ_T	МПа
Предел прочности	σ_B	МПа
Относительное удлинение при разрыве	δ_5	%
Относительное сужение при разрыве	Ψ	%
Ударная вязкость	α_H	МДж/м ²
Твердость по Бринеллю	НВ	МПа
Твердость по Роквеллу	HRC (HRA, HRB)	-

σ_T - предел текучести стали характеризует уровень безопасных нагрузок для деталей из этой стали.

σ_B - предел прочности стали характеризует уровень нагрузок, приводящих к разрушению деталей из этой стали.

δ_5 - относительное удлинение при разрыве и относительное сужение при разрыве стали характеризуют способность деталей изменять форму и размеры.

α_H - ударная вязкость стали характеризует способность стали сопротивляться разрушению при ударных нагрузках или при низких температурах.

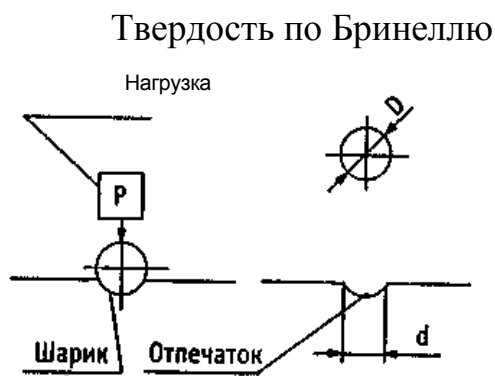
Предел текучести, предел прочности, относительное удлинение и относительное сужение при разрыве определяют при испытании цилиндрического образца на растяжение до разрыва.

14.1 Способы определения твёрдости сталей

Твердость - это сопротивление, которое одно тело оказывает проникновению в него другого, более твердого тела.

Наиболее распространенными способами измерения твердости являются метод Бринелля и метод Роквелла.

а) Метод Бринелля устанавливает условные числа твердости НВ путем вдавливания в поверхность испытываемого материала **стального закаленного шарика** при определенной нагрузке и измерения диаметра отпечатка.



Твердость по Бринеллю: $HV = \frac{P}{\pi D(d^2 - Dd)}$

P - нагрузка; D - диаметр шарика; d - диаметр отпечатка; $\pi = 3,14$

Метод Бринелля применяется для определения твердости чугуна и не-закаленной стали.

Размерность НВ - МПа ($\text{кгс}/\text{мм}^2$).

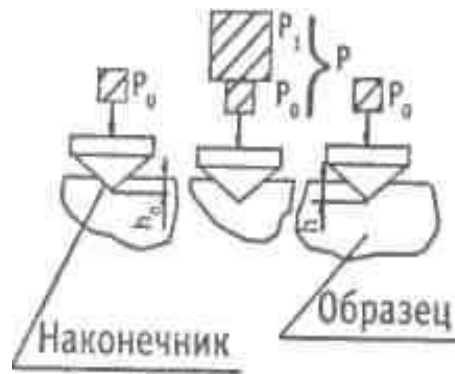
Пример обозначения твердости стали 40Х:

НВ 2129 МПа (или НВ 217 $\text{кгс}/\text{мм}^2$).

б) Метод Роквелла устанавливает числа твердости трех градаций НРА, НRV и НRC путем вдавливания в поверхность испытываемого материала **алмазного наконечника** (шкалы А и С) или **стального шарика** (шкала В).

При измерении числа твердости по Роквеллу наконечник вдавли-вается в образец под действием двух последовательно прилагаемых сил:

- предварительной P_0 ;
- общей $P = P_1 + P_0$.



Твердость по Роквеллу:

- при измерении по шкалам А и С:

$$HR = 100 - e,$$

- при измерении по шкале В:

$$HR = 130 - e,$$

где $e = (h - h_0) / 0,002$ где:

h_0 - глубина внедрения наконечника (шарика) в металл под действием предварительной **нагрузки** P_0 ,

h - общая глубина внедрения наконечника (шарика) после снятия основной нагрузки с оставлением предварительной нагрузки P_0 .

Шкала С применяется для определения твердости закаленных металлов.

Шкала В - для мягких материалов.

Шкала А - для очень твердых материалов (твердых сплавов).

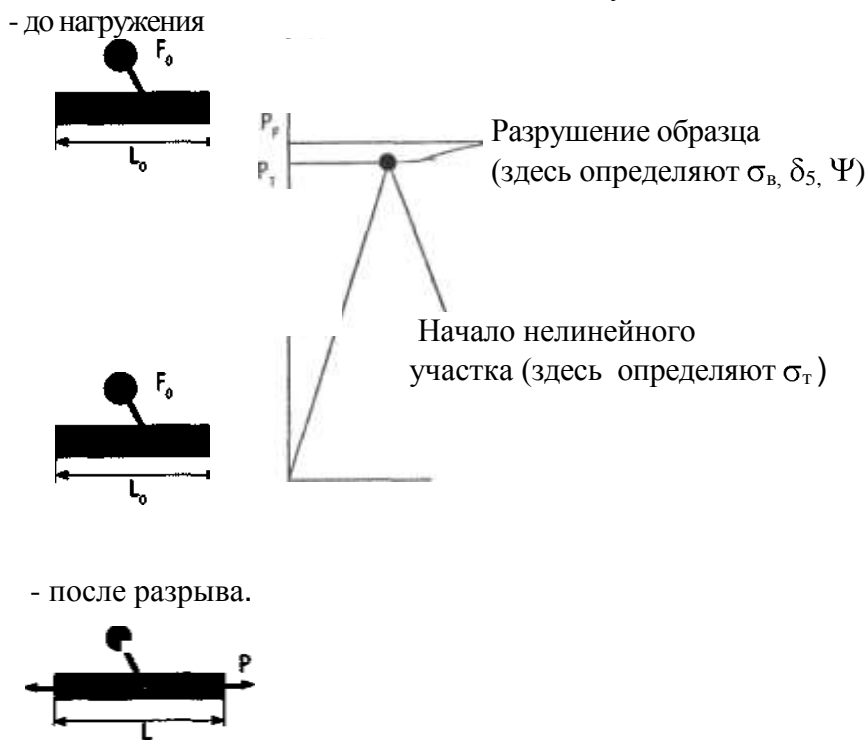
Пример обозначения твердости закаленной стали:

Твердость рабочей части 63...66 HRC

14.2 Схема испытания цилиндрического образца на растяжение

Изменение длины (L) и площади поперечного сечения (F) образца:

Зависимость растягивающей силы (F) от увеличения длины образца ($L-L_0$).



σ_T - **предел текучести** - это напряжение, при котором происходит рост длины образца без заметного увеличения нагрузки.

$$\sigma_T = \frac{P}{F_0}$$

σ_B - **предел прочности** - это отношение разрушающей образец силы к его начальной площади.

$$\sigma_B = \frac{P}{F_0}$$

Величина: сила / площадь называется **напряжением**.

Предел текучести и предел прочности - это напряжения.

Предел текучести и предел прочности:

- характеризуют способность металла воспринимать нагрузки;
- это характеристики прочности стали.

δ_5 - **Относительное удлинение при разрыве** - это относительное изменение длины образца при разрыве.

$$\delta_5 = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Ψ - **Относительное сужение при разрыве** - это относительное изменение площади поперечного сечения образца при разрыве.

$$\Psi = \frac{\Delta S}{S_0}$$

Изменение формы и размеров тела при нагружении называется деформацией.

Относительное удлинение и относительное сужение - это деформации.

Относительное удлинение и относительное сужение при разрыве:
- характеризуют способность металла деформироваться вплоть до момента разрушения;
- это характеристики пластичности стали.

α_H - **Ударная вязкость** - это удельная энергия, идущая на разрушение материала при ударном нагружении.

$$\alpha_H = \frac{W}{S_0}$$

Величина с размерностью энергия / площадь, называется **удельной энергией**.

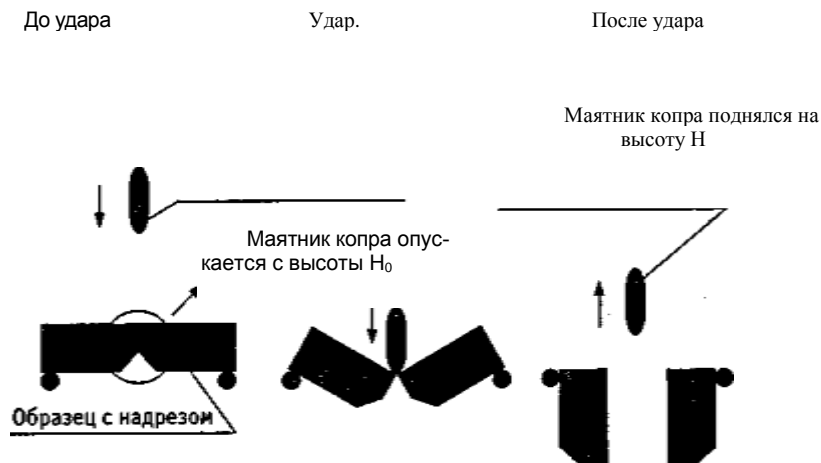
Ударная вязкость - это удельная энергия.

Ударная вязкость:

- характеризует способность металла поглощать энергию при ударном нагружении;
- это характеристика вязкости стали.

Ударную вязкость определяют при разрушении на маятниковом копре призматического образца с надрезом.

14.3 Схема определения ударной вязкости на маятниковом копре.



Энергия, затраченная на разрушение = $M \times g \times (H_0 - H)$

M - масса маятника;

g - ускорение свободного падения.

14.4 Коэффициенты обрабатываемости и свойства сталей.

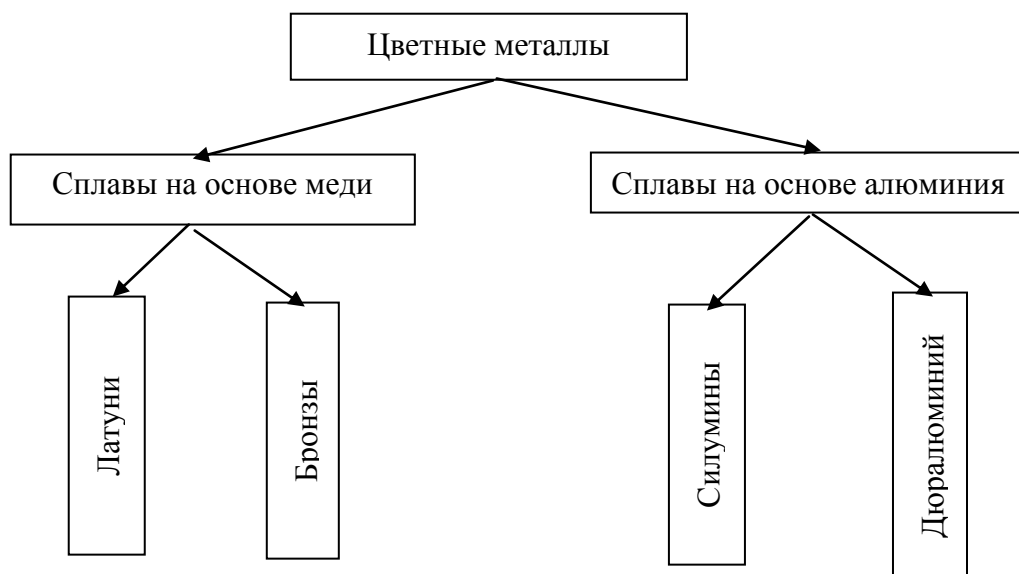
Марка стали	Механические свойства		Коэффициент обрабатываемости	
	НВ, кгс/мм ²	σ_b , МПа	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав
Ст.3	124	400	1,6	1,8
10	107	450	1,6	1,9
20	130	470	1,6	1,7
45	170	650	1,0	1,0
60	240	690	0,6	0,7
40Х	170	610	0,7	0,8
ШХ15	202	750	0,4	0,9
У12	207		0,9	1,0
9ХС	220		0,5	0,9
хвГ	235	760	0,4	0,75
65Г	240	820	0,5	0,6
9Х2 МФ	200	588	0,8	0,85
45ХНМ	269	680	0,7	0,9
30ХГСНА	217	720	0,5	0,7
20Х13	240	735	0,5	0,7
12Х18Н10Т	170	608	0,3	0,5
15Х1М1Ф	200	570	0,7	0,9
25ХМФ	300	780	0,3	0,7
4Х12Н8Г8МФБ	269	784	0,2	0,4
3Х19Н9МВБТ	175	580	0,3	0,6
20Х23Н18	178	607	0,4	0,6
15Х25Т	160	0	0,5	0,7
ХН358Т	269	950	0,15	0,3
ХН67ВМТЮ	217	1038	0,08	0,1
ХН77ТЮР	262	1058	0,08	0,2
ХН65В9М4ЮТ	290	920	0,07	0,15

15. Цветные металлы и сплавы, их свойства

Изучив данный учебный элемент, вы будете знать:

- основные свойства медных и алюминиевых сплавов;
- классификацию и маркировку медных и алюминиевых сплавов.

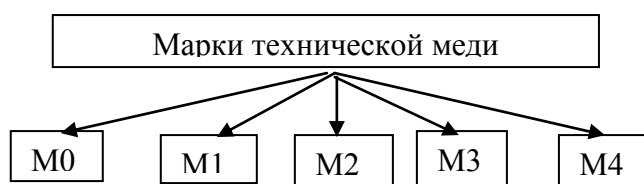
Среди сплавов цветных металлов наибольшее применение в промышленности находят:



15.1 Медь и ее сплавы

Техническая медь отличается от большинства металлов следующими свойствами:

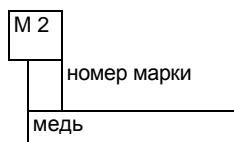
- высокой теплопроводностью;
- высокой электропроводностью;
- высокой коррозионной стойкостью;
- высокой пластичностью.



Обозначение марки технической меди включает:

- букву М (обозначает медь);
- цифры (обозначают номер марки).

Пример маркировки технической меди.



Техническая медь содержит:

- медь - 99-99,9%;
- примеси (сурьма, висмут, сера, свинец, никель и др.)

Механические свойства ряда марок технической меди приведены в таблице 16*.

Марка меди	Предел прочности σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ , %	Твердость НВ
M2	200	75	44	40
M3	240	150	55	50

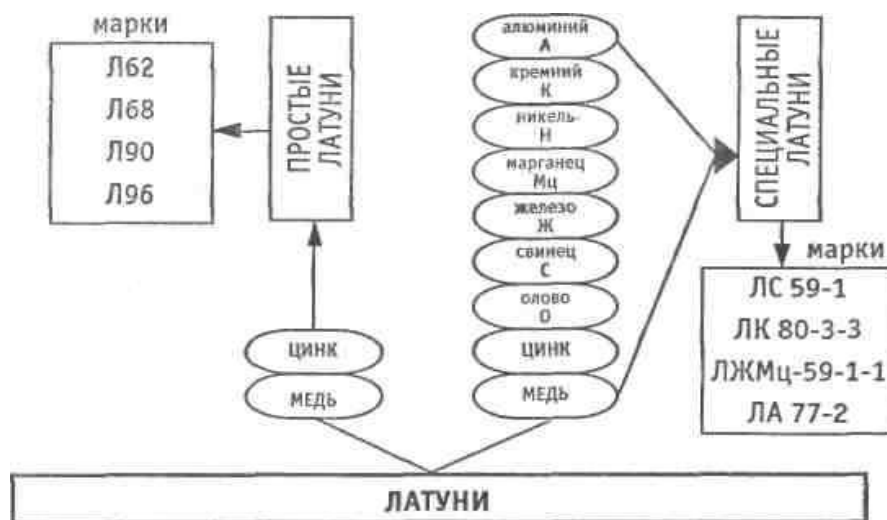
* Определение основных механических свойств приведено в учебном элементе «Стали и их свойства».

15.2 Латуни

Латуни - сплавы меди и цинка с различными легирующими добавками (алюминий, кремний, никель, марганец, железо, свинец, олово и др.). В зависимости от химического состава латуни делятся на две группы: простые и специальные.

Простые латуни состоят только из меди и цинка.

Специальные латуни содержат кроме меди и цинка от 1 до 8% различных легирующих элементов.



Обозначение марки латуни включает:

- букву Л (обозначает «латунь»);
- буквы А, К, Н, Мц, Ж, С, О (обозначают легирующие элементы);
- цифры (показывают процентное содержание меди и легирующих элементов).

Пример маркировки простых латуней.

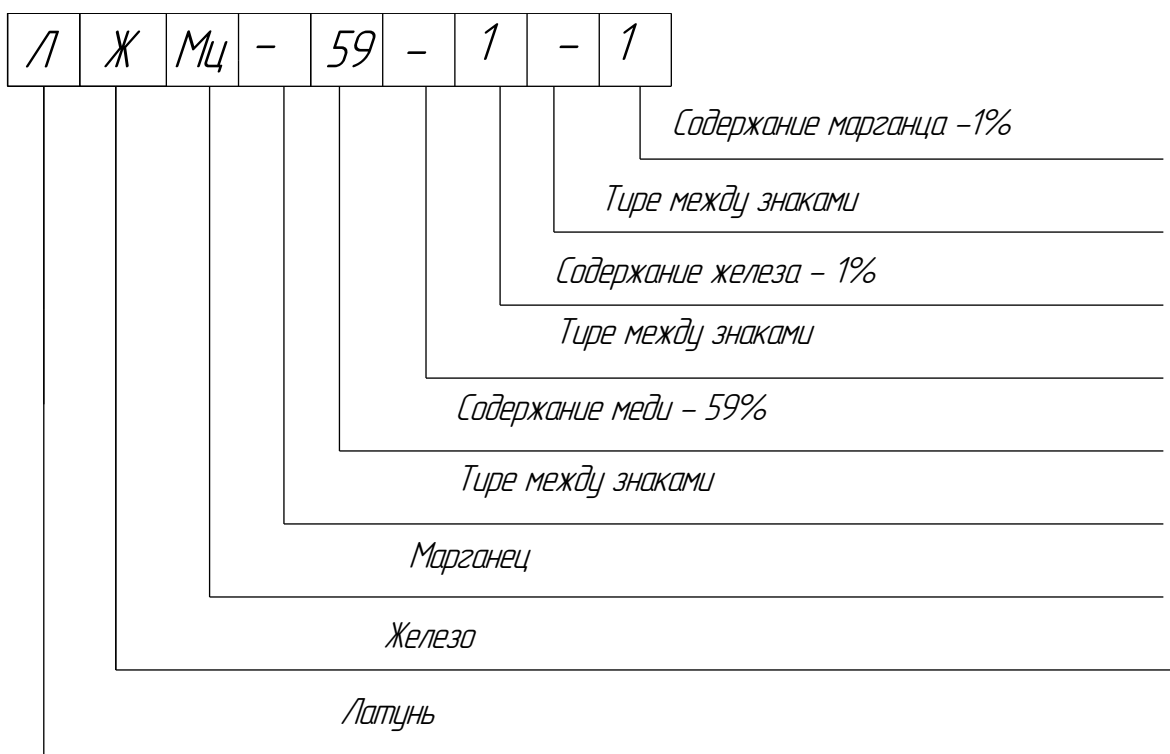


Остальное – 38% содержание в цветном сплаве цинка.

Пример маркировки специальных латуней.

Л К 80-3

		содержание кремния - 3%
		содержание меди - 80%
		кремний
		латунь



Латуни обладают хорошими литейными свойствами. Превосходят медь по прочности, вязкости и коррозионной стойкости. Хорошо обрабатываются резанием. Механические свойства латуней представлены в таблице 17.

Таблица 17. Механические свойства латуней

Марка латуни	σ МПа	δ_5 , %	НВ
Л62	330	49	56
Л 68	300	55	62
Л 90	270	45	53
ЛКС 80-3-3	300	15	110
ЛЖМц-59-1-1	450	50	88
ЛА 77-2	400	55	60

В зависимости от назначения латуни разделяются на две группы:

- литейные, из которых изделия получают способом литья;
- обрабатываемые давлением, из которых получают прутки, листы, поковки, штамповки.

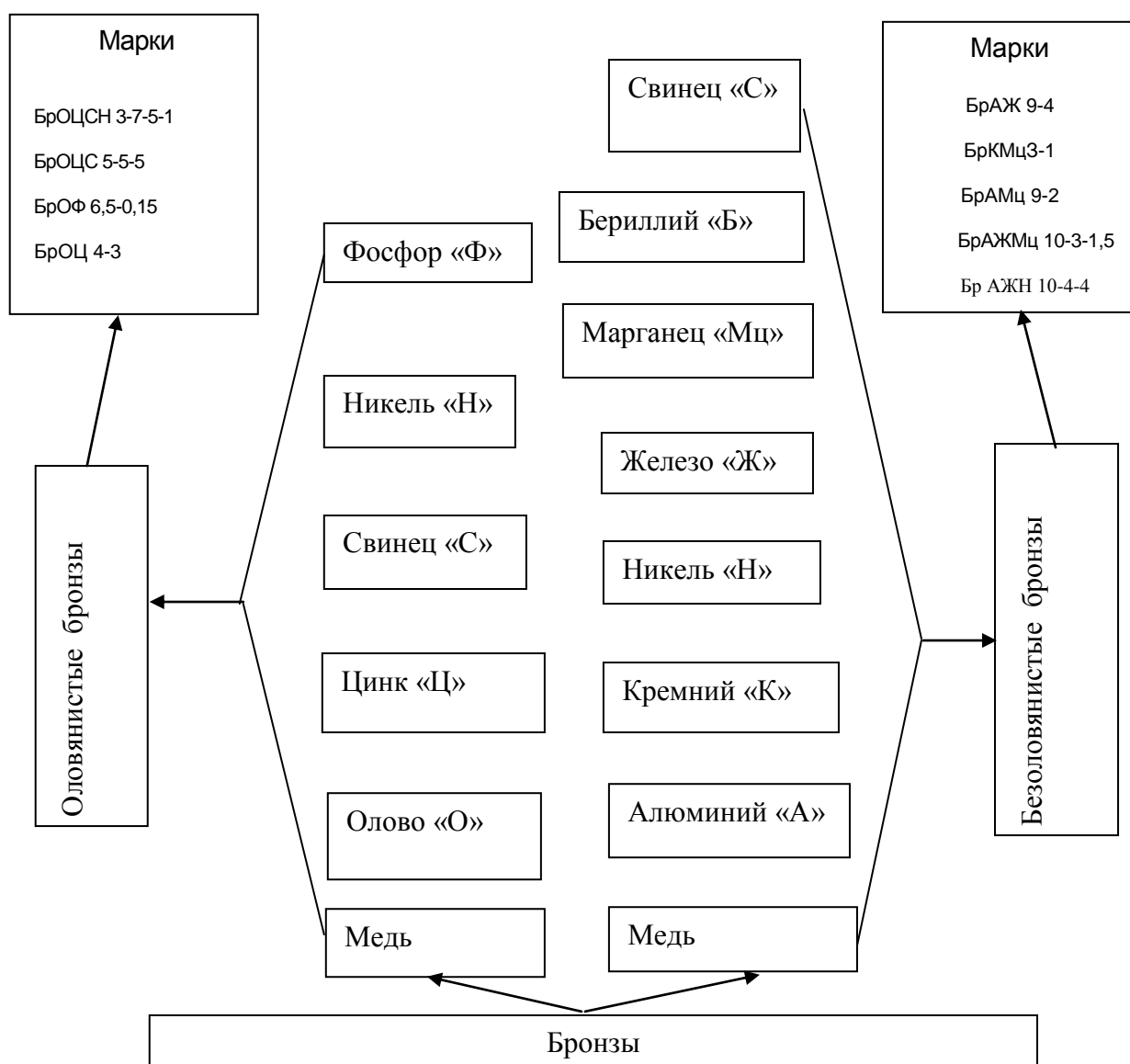
15.3 Бронзы

Бронзы - сплавы меди и олова, а также сплавы меди с другими элементами (алюминий, кремний, марганец, бериллий, свинец).

В зависимости от химического состава бронзы делятся на две группы: оловянистые и безоловянистые.

Оловянистые бронзы - сплавы меди и олова.

Безоловянистые бронзы - сплавы меди с другими элементами.



Обозначение марки бронзы включает:

- буквы Бр (обозначают «бронза»);

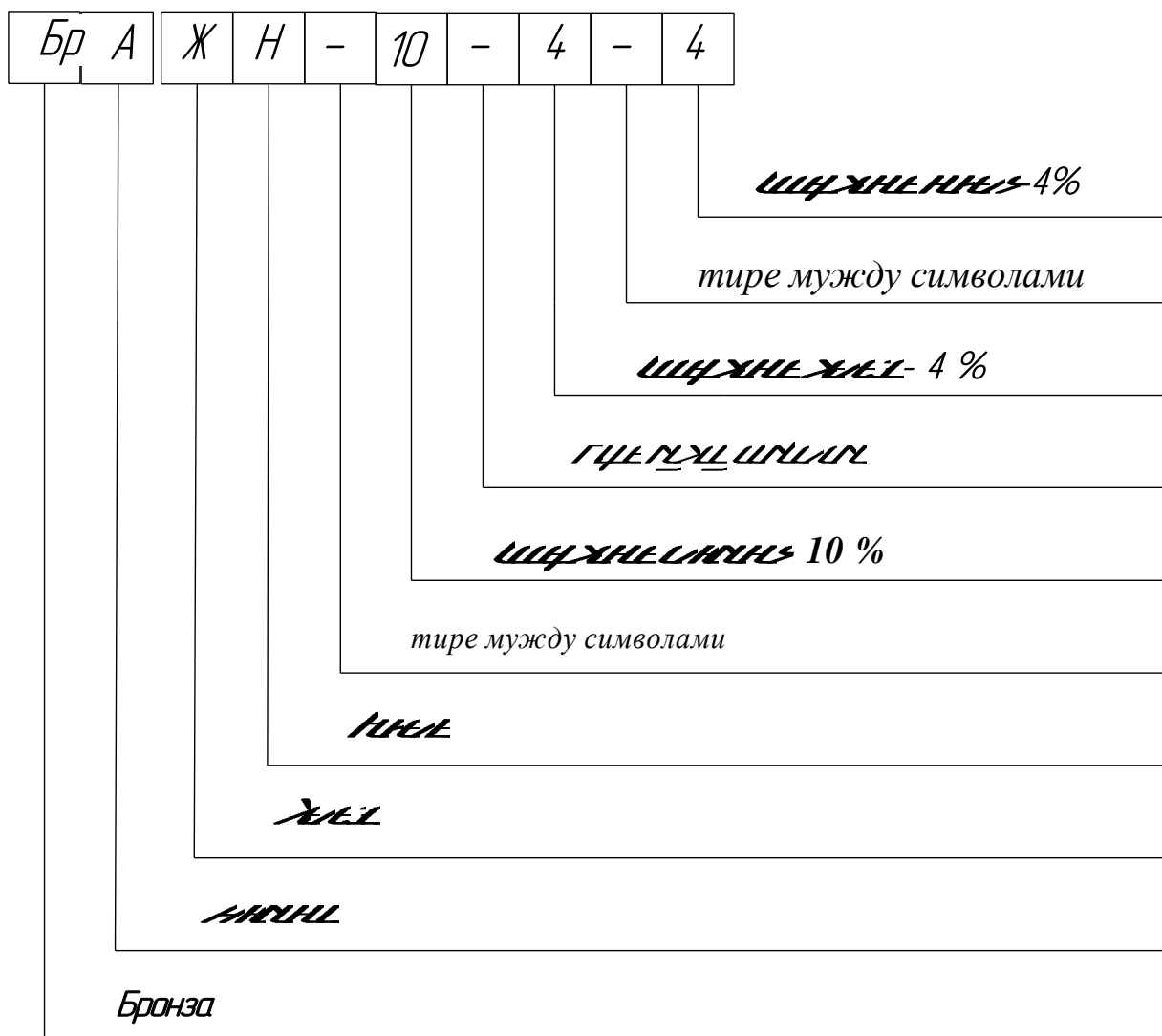
- буквы О, А, К, Н, Мц, Ж, Б, С, Ф, Ц (обозначают легирующие элементы);

- цифры (показывают процентное содержание олова и легирующих элементов).

Пример маркировки оловянистых бронз

<i>Бр</i>	<i>О</i>	<i>Ц</i>	<i>С</i>	<i>Н</i>	<i>-3</i>	<i>-</i>	<i>7</i>	<i>-</i>	<i>5</i>	<i>-</i>	<i>1</i>
											Содержание никеля -1%
											<i>тире между символами</i>
											Содержание свинца - 1%
											<i>тире между символами</i>
											Содержание цинка-7%
											<i>тире между символами</i>
											Содержание олова - 3%
											Никель
											Свинец
											<i>Цинк</i>
											<i>Олово</i>
											<i>Бронза</i>

Пример маркировки безоловянистых бронз:



Бронзы имеют высокую коррозионную стойкость, хорошие антифрикционные свойства. Хорошо обрабатываются резанием. Механические свойства бронз представлены в таблице 18.

Таблица 18. Механические свойства бронз.

Марка бронзы	σ_b , МПа	δ_5 , %	НВ
БрОЦСН 3-7-5-1	210	5	60
БрОЦС 5-5-5	180	4	60
БрОЦС 4-4-17	150	5	60
БрОФ 6,5-0,15	350	70	70
БрОФ 4-0,25	340	52	55-70
БрОЦ 4-3	350	40	60
БрАЖ 9-4	400	10	110
БрАМц 9-2	400	25	160
БрАЖН 10-4-4	600	35	140-160

По технологическим свойствам различают:

- деформируемые бронзы,
- литейные бронзы.

Из бронз изготавливают антифрикционные детали;

- изделия, работающие в воде и парах.

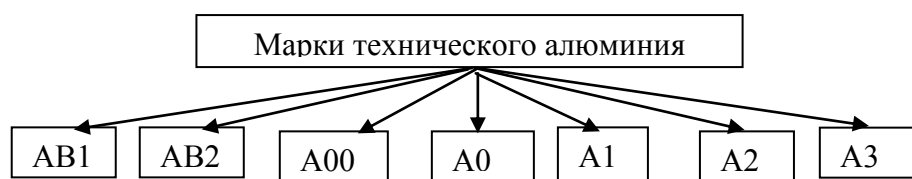
15.4 Алюминий и его сплавы

Технический алюминий отличается от большинства металлов следующими свойствами:

- высокой электропроводностью,
- хорошей пластичностью,
- высокой коррозионной стойкостью,
- малым удельным весом.

Обозначение марки технического алюминия включает:

- букву А (обозначает алюминий),
- цифры (обозначают номер марки).



Пример маркировки технического алюминия.



Технический алюминий содержит:

- алюминий - 98-99,9%;
- примеси (железо, медь, кремний и др.).

Механические свойства ряда марок технического алюминия приведены в таблице 19.

Таблица 19. Механические свойства ряда марок технического алюминия.

Марка алюминия	Предел прочности σ_b , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение δ_5 , %	Твердость НВ
А1, А2	80-140	30-100	6-35	25-30

Обрабатываемость алюминия резанием пониженная.

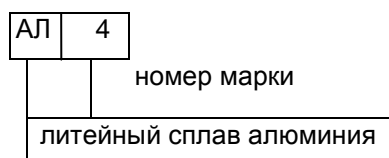
15.5 Силумины

Силумины – сплавы алюминия и кремния с добавками магния, марганца, железа, меди и др.

Обозначение марки силуминов включает:

- буквы **АЛ** (обозначают литейный сплав алюминия),
- цифры (обозначают номер сплава).

Пример маркировки силумина.



Силумины обладают хорошими литейными и механическими свойствами.

Обрабатываемость резанием удовлетворительная. Механические свойства силуминов приведены в таблице 20.

Таблица 20. Механические свойства силуминов

Марка силумина	σ_b , МПа	δ_5 , %	НВ
АЛ2	150	4	50
АЛ4	150-200	2-1,5	50-70
АЛ9.	160-200	2-4	50-60

Силумины применяются для изготовления деталей приборов, двигателей, самолетов.

16.6 Дюралюминий

Дюралюминий - алюминиевый сплав, содержащий медь, магний, марганец.

Обозначение марки дюралюминия включает:

- букву Д (обозначают сплав типа дюралюминия),
- цифры (обозначают номер сплава),
- буквы после цифр (указывают состояние полуфабрикатов).

Например:

М - мягкий, отожженный;

Т - закаленный;

Н - нагартованный;

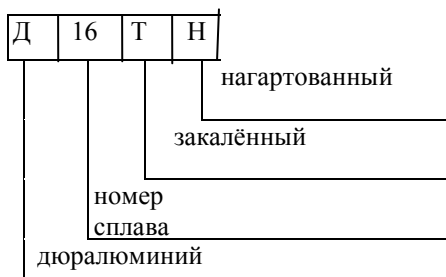
В - повышенное качество выкатки;

П - сплав для проволоки;

А - улучшенный алюминий;

Б - листы без плакировки.

Пример маркировки дюралюминия.



Дюралюминий имеет увеличенную прочность, твердость, коррозионную стойкость. Хорошо деформируется. Обрабатываемость резанием удовлетворительная. Механические свойства дюралюминия приведены в таблице 21.

Таблица 21. Механические свойства дюралюминия.

Марка дюралюминия	$\sigma_{в}$, МПа	δ_5 , %	НВ
Д1	420	18	100
Д16	460	17	105
Д18П	300	24	70

Дюралюминий применяется для изготовления деталей и элементов конструкций средней прочности, штампованных деталей, заклепок и др.

16 Термическая обработка

16.1 Цель термической обработки

Термическая обработка — совокупность операций, связанных с нагревом до определенной температуры с заданной скоростью, выдержкой при этой температуре в течение определенного времени и последующим охлаждением также с заданной скоростью.

Цель такой обработки — получить необходимую структуру материала с требуемыми физико-механическими свойствами. Термическая обработка, являясь наиболее эффективным способом воздействия на физико-механические свойства металлов и сплавов, включает в себя несколько схем теплового воздействия:

- отжиг;
- отпуск;
- нормализацию;
- закалку.

16.2 Отжиг

Отжиг состоит в нагреве стальной заготовки до определенной температуры (в зависимости от вида отжига), выдержке при этой температуре и последующем, как правило, медленном охлаждении в печи или золе для получения более равномерной структуры. Целью отжига является улучшение

обрабатываемости металла резанием и давлением за счет снижения твердости и увеличения пластичности и вязкости, а также снятие внутренних напряжений.

Применяют несколько видов отжига:

- полный;
- неполный;
- диффузионный;
- для снятия внутренних напряжений.

Полный (смягчающий) отжиг производится путем нагрева стали до температуры на 30... 50 °С выше температур линии GS на диаграмме состояния железо — цементит (Fe — Fe₃C) (рис. 9) и выдержке при этой температуре с последующим медленным охлаждением вместе с печью со скоростью 20... 50 °С/ч. Этому виду отжига подвергают конструкционные стали с целью снижения их твердости и повышения пластичности, а также для снятия внутренних напряжений, возникающих, например, после сварки.

Неполный отжиг применяют для высокоуглеродистых сталей с целью улучшения их обрабатываемости. Он осуществляется при температуре около 780°С с выдержкой и последующим медленным охлаждением вместе с печью.

Диффузионный отжиг производится для выравнивания химического состава фасонных отливок в основном из легированных сталей, которое происходит за счет диффузионных процессов в металле, поэтому температура отжига должна быть достаточно высокой (1 100... 1 200 °С). Выдержка в печи при этой температуре продолжается в течение ACD — линии ликвидуса; AECF — линии солидуса; AC, CD, FT, GP, GS, SE, PQ, PSK, ECF — линии равновесия 10... 15 ч, после чего изделие охлаждают вместе с печью до температуры 850 °С в течение 6... 8 ч. Дальнейшее охлаждение ведется на воздухе.

Отжиг для снятия внутренних напряжений применяют в основном для сварных конструкций и отливок, нагревая их до температур, при которых отсутствуют фазовые превращения, т.е. до температур ниже 727 °С (см. рис. 1,

линия PSK). Если отжиг производится при температуре 600 °С с выдержкой в течение 20 ч, то напряжения снимаются полностью, независимо от их первоначальной величины. Для сокращения продолжительности отжига температуру увеличивают до 700 °С.

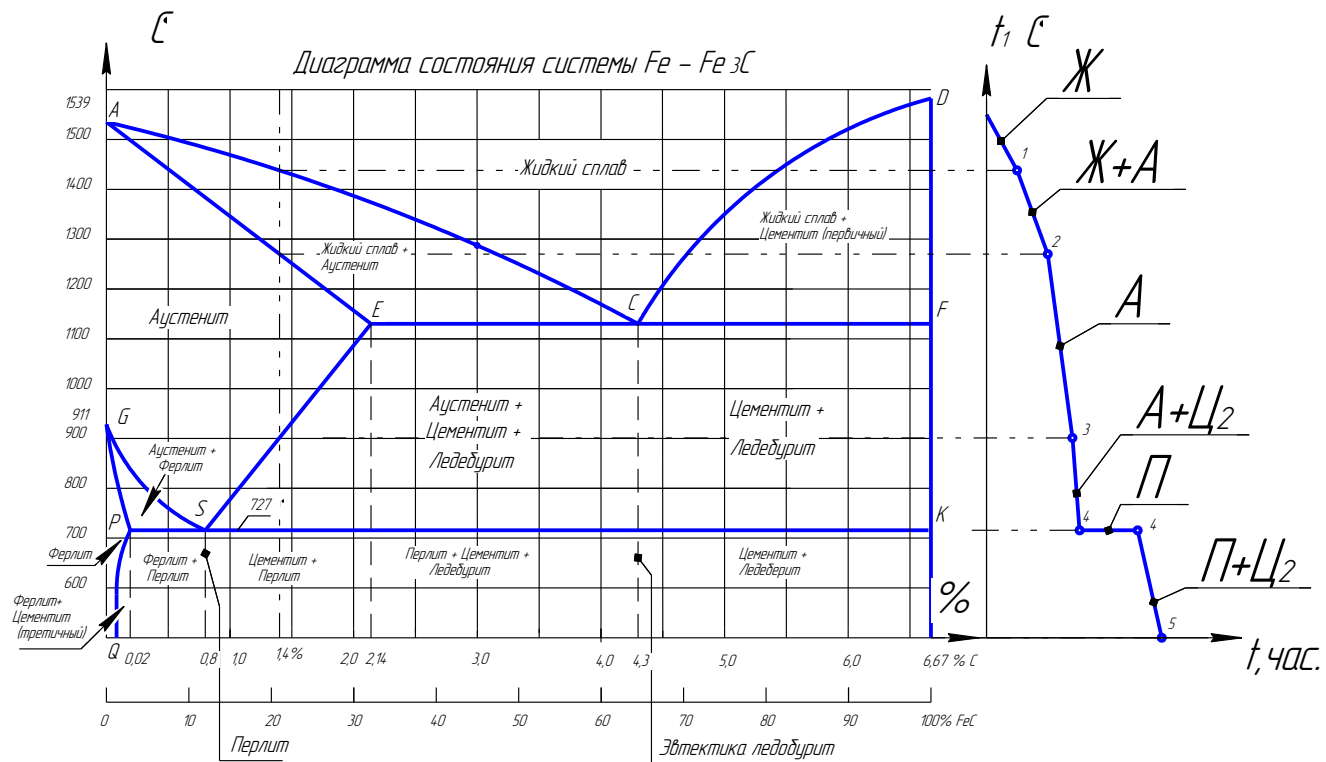


Рисунок 9

16.3 Нормализация

Поскольку отжиг достаточно длительный процесс, то часто вместо него применяют другой вид термической обработки — нормализацию.

Нормализация обеспечивает улучшение обрабатываемости металлов резанием и подготовку стальных заготовок к последующей термической обработке — закалке. При нормализации изделие нагревают до температуры на 30... 50 °С выше температуры, соответствующей линиям GS и SE на диаграмме состояния железо — цементит (см. рис. 9). После нагревания до указанного уровня заготовка выдерживается при этой температуре в течение 0,5... 1,0 ч, а затем охлаждается на воздухе.

16.4 Закалка

Закалка — наиболее распространенный процесс термической обработки стали с целью повышения ее твердости и прочности. Закалка включает в себя следующие этапы: нагрев изделия несколько выше линии GS или PSK (см. рис. 9), выдержку изделия при заданной температуре и быстрое охлаждение. Закалке подвергается большинство деталей машин и механизмов, режущие инструменты и штампы. В результате этой обработки повышаются твердость, прочность, сопротивляемость износу (износостойкость), но снижается пластичность материала.

Для закалки конструкционных сталей изделие нагревают на 30... 50 °C выше температуры линии GS или PSK и выдерживают в печи до полного прогрева и завершения структурных превращений.

В зависимости от способа нагревания различают газопламенную, плазменную, электронно-лучевую, лазерную закалку и закалку с нагревом токами высокой частоты.

Продолжительность нагревания и время выдержки при температуре нагрева под закалку определяются в зависимости от марки стали по справочным таблицам. Скорость охлаждения стали, нагретой до температуры под закалку, оказывает решающее влияние на результат термической обработки — сочетание свойств прочности, вязкости, свариваемости.

Охлаждение изделия после нагревания, т.е. закалка, производится в разных средах: воде, водных растворах солей и щелочей или машинном масле, которые, имея разные теплоемкости, обладают соответствующей охлаждающей способностью. Вода, по сравнению с машинным маслом, охлаждает детали приблизительно в 10 раз быстрее. Воду применяют при охлаждении углеродистых инструментальных сталей, которым требуется большая скорость закалки. Для обеспечения малой скорости охлаждения при закалке легированных сталей используют машинное масло.

Большая скорость охлаждения в воде создает опасность возникновения структурных напряжений, которые могут привести к появлению трещин. Для предупреждения этого к воде добавляют соли или щелочи. Состав охлаждающей (закалочной) среды выбирают в соответствии с требуемой скоростью охлаждения по справочным таблицам.

16.5 Отпуск

Отпуск — нагрев стальной закаленной заготовки до определенной температуры ниже линии PSK на диаграмме состояния железо — цементит (см. рис. 9), выдержка при этой температуре и охлаждение с заданной скоростью, как правило, на воздухе. Отпуск — очень ответственная конечная операция термической обработки, которая производится после закалки с целью снятия внутренних напряжений и получения более равномерной структуры. Режим отпуска определяет рабочие свойства изделия. В зависимости от температуры нагрева различают три вида отпуска: низкий, средний и высокий.

Низкий отпуск — при температурах 80... 200 °С; при этом сталь, сохраняя высокую твердость, приобретает повышенную ударную вязкость и пластичность. Продолжительность низкого отпуска 1,0... 2,5 ч. Низкий отпуск производят в масляных ваннах, что обеспечивает быстрое и равномерное прогревание изделий и точное регулирование температуры нагрева.

Средний отпуск — при температурах 300... 350 °С. Среднему отпуску подвергают такие изделия, как рессоры, пружины, штампы. Этот вид отпуска производят в расплавах солей или воздушных электрических печах.

Высокий отпуск — при температурах 500... 650 °С. Данный вид отпуска производят в расплавах солей или воздушных электрических печах. В результате высокого отпуска уменьшается твердость поверхности сплава и значительно увеличивается вязкость и пластичность. Этому виду отпуска

подвергают изделия, которые в процессе эксплуатации испытывают высокие напряжения и ударные нагрузки.

16.6 Оборудование для термической обработки

Оборудование для термической обработки условно можно разделить на две группы: основное и вспомогательное.

Основное оборудование — нагревательные печи, печи-ванны, закалочные баки, которые предназначены для выполнения основных операций термической обработки.

Нагревательные печи классифицируют следующим образом:

по назначению — универсальные для проведения основных операций термической обработки, цементационные и печи специального назначения;

уровню температуры — низко-, средне- и высокотемпературные печи;

источнику тепловой энергии — твердотопливные, мазутные, газовые, электрические и индукционные печи;

способу загрузки-выгрузки — камерные, шахтные, с выдвижным сводом, со съёмным сводом и т. п.

Вспомогательное оборудование предназначено для предварительной подготовки восстанавливаемых деталей к термической обработке. К этому оборудованию относятся правильные прессы, контрольно-измерительная аппаратура и приборы, позволяющие выполнять контроль параметров процесса термической обработки, оборудование для очистки, мойки и сушки восстанавливаемых деталей.

17. Средства линейных измерений

17.1 Простейшие средства измерения

Изучив данный учебный элемент, вы сможете:

- различать простейшие универсальные средства измерения (измерительные линейки, рулетки, кронциркули, нутромеры);
- производить измерения простейшими универсальными средствами.

Простейшими универсальными средствами измерения являются линейки стальные измерительные.

Линейка измерительная металлическая ГОСТ427-75 представляет собой гибкую стальную полосу с нанесенной на ней прямой шкалой с ценой деления 1 мм.



Цена деления — это расстояние между двумя соседними штрихами шкалы.

Линейки изготовляют с пределами измерений:

- от 0 до 150 мм;
- от 0 до 300 мм;
- от 0 до 500 мм;
- от 0 до 1000 мм.

Началом шкалы линейки является торец стальной полосы. Торец расположен перпендикулярно продольному ребру полосы. С торцом совпадает нулевой штрих шкалы. Конец штрихов шкалы выходит на продольное ребро. Каждый пятый и десятый штрих шкалы удлинен. Каждый десятый штрих снабжен цифрой, показывающей значение расстояния в сантиметрах. Противоположный конец стальной полосы закруглен и снабжен отверстием для подвешивания линейки.

Точность измерения стальной линейкой зависит от навыка лица, производящего измерения. Обычно она составляет 0,25—0,5 мм.

Для измерения больших длин применяются стальные рулетки.



Они изготавливаются метровыми, двухметровыми и больших размеров. Точность измерения такими рулетками составляет 0,25—0,5 мм.

Кронциркули и нутромеры предназначены для измерения наружных и внутренних поверхностей. Они являются вспомогательными инструментами. Измеренные значения размеров прочитываются по линейке.

Кронциркули и нутромеры (рис. 10) состоят из двух стальных ножек, соединенных шарниром. Точность измерения этими инструментами зависит от опыта лица, производящего измерения.

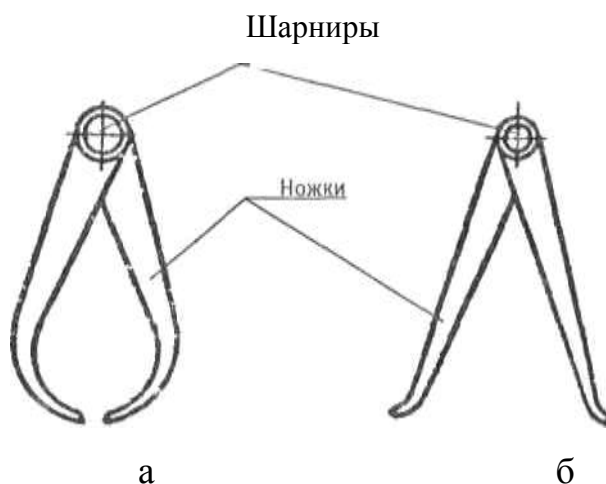


Рисунок 10

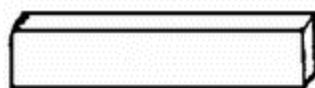
а - кронциркуль; б – нутромер.

Кронциркулями измеряются наружные размеры деталей.

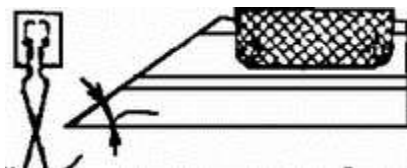
Нутромерами измеряются внутренние размеры деталей.

Линейки поверочные ГОСТ 8026-92:

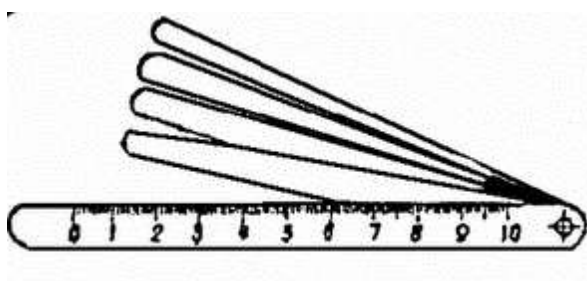
линейка прямоугольная



линейка угловая с двухсторонним скосом



Набор щупов ГОСТ 882-75



17.2 Измерения простейшими универсальными средствами

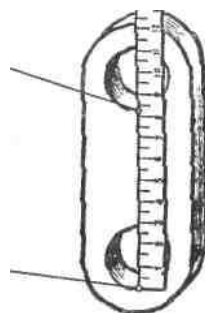
Перед началом измерений протрите инструменты и измеряемые детали.

Измерьте межосевое расстояние отверстий одинакового диаметра стальной линейкой, для чего:

- приложите стальную линейку к детали так, чтобы ее торец (нулевая отметка) совпал с нижним краем нижнего отверстия, а продольное ребро с измерительной шкалой проходило через нижнюю точку верхнего отверстия;

- по шкале линейки определите кратчайшее расстояние в миллиметрах от нижней точки нижнего отверстия до нижней точки верхнего отверстия, которое будет равно межосевому расстоянию.

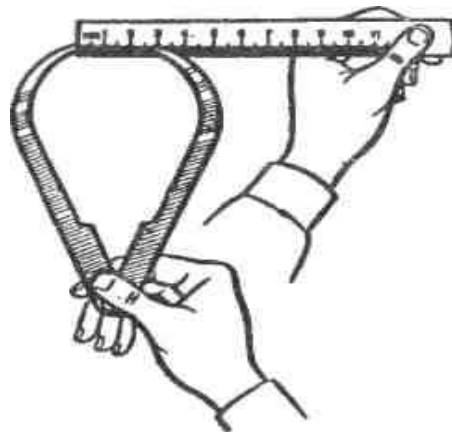
Нижняя точка нижнего отверстия



Нижняя точка верхнего отверстия

Измерьте наружный диаметр втулки с помощью кронциркуля, для чего:

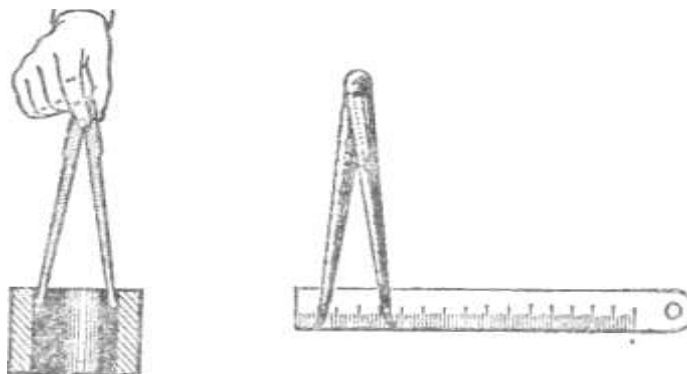
- зажмите втулку ножками кронциркуля в плоскости, перпендикулярной оси втулки, в наиболее удаленных точках цилиндрической поверхности, придерживая рукой шарнир ножек;
- аккуратно извлеките втулку из кронциркуля;
- приложите кронциркуль к измерительной линейке и определите по ней расстояние в миллиметрах между ножками кронциркуля, которое и будет равно наружному диаметру втулки.



Измерьте внутренний диаметр втулки с помощью нутромера, для чего:

- введите ножки нутромера в отверстие втулки и разожмите их в плоскости, перпендикулярной оси втулки, так, чтобы они уперлись в стенки внутренней поверхности отверстия в наиболее удаленных точках;
- аккуратно извлеките нутромер из втулки;

- приложите нутромер к измерительной линейке и определите по ней расстояние в миллиметрах между ножками нутромера, которое и будет равно внутреннему диаметру втулки.



17.3 Штангенциркули ГОСТ166-89, их применение

Изучив данный учебный элемент, вы сможете:

- узнать устройство, назначение и разновидности штангенциркулей;
- производить замеры параметров детали с помощью штангенциркуля.

Наименование (описание)	Количество
Штангенциркуль ШЦ-1	1
Штангенциркуль ШЦ-2	1
Штангенциркуль ШЦ-3	1
Штангенциркуль ШЦ-1Ц	1

Штангенциркуль — инструмент для измерения линейных размеров.

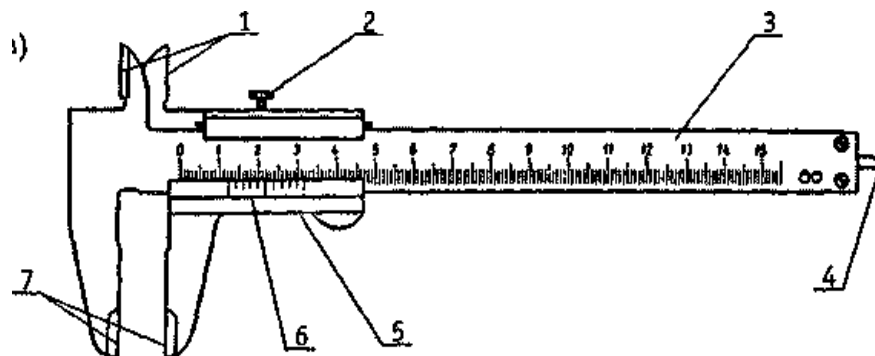
Штангенциркули предназначены для измерения наружных и внутренних размеров, а также для измерения глубин.

Различают штангенциркули: ШЦ-1, ШЦ-2, ШЦ-3, ШЦ-Ш,

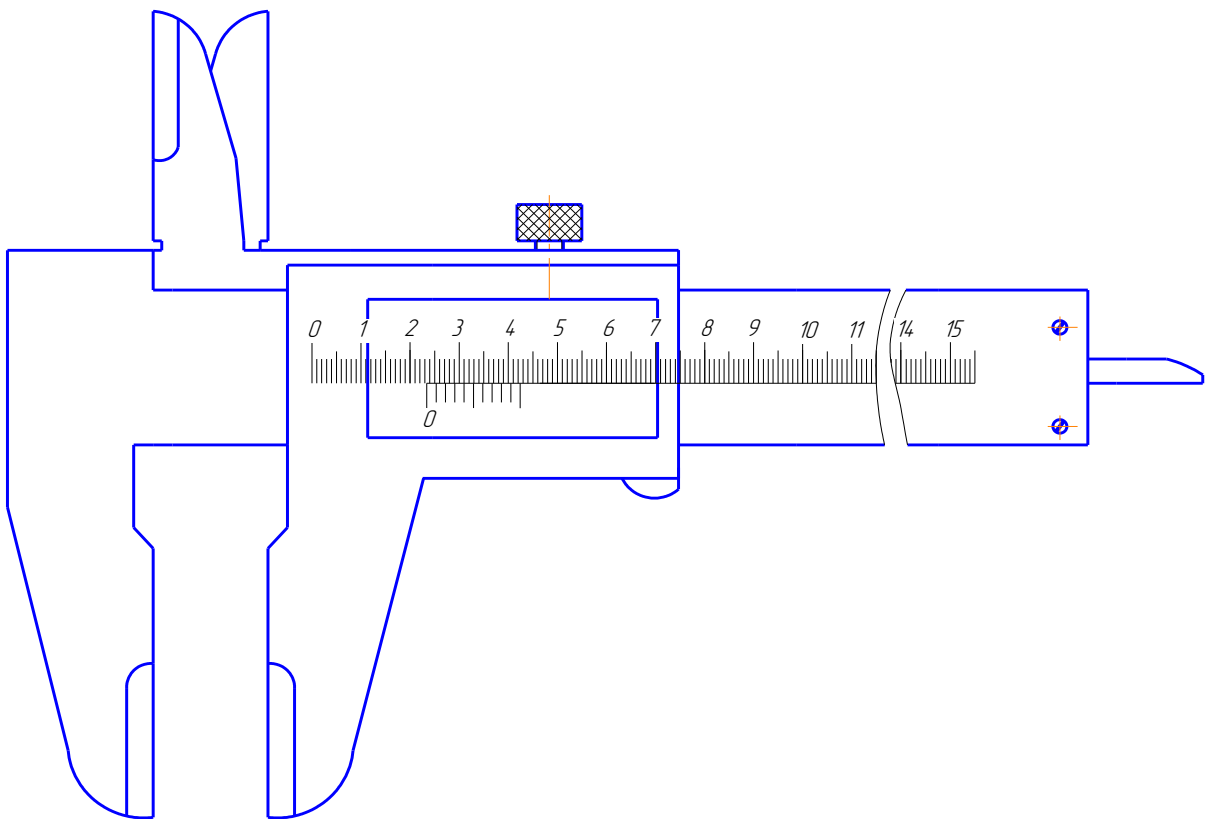
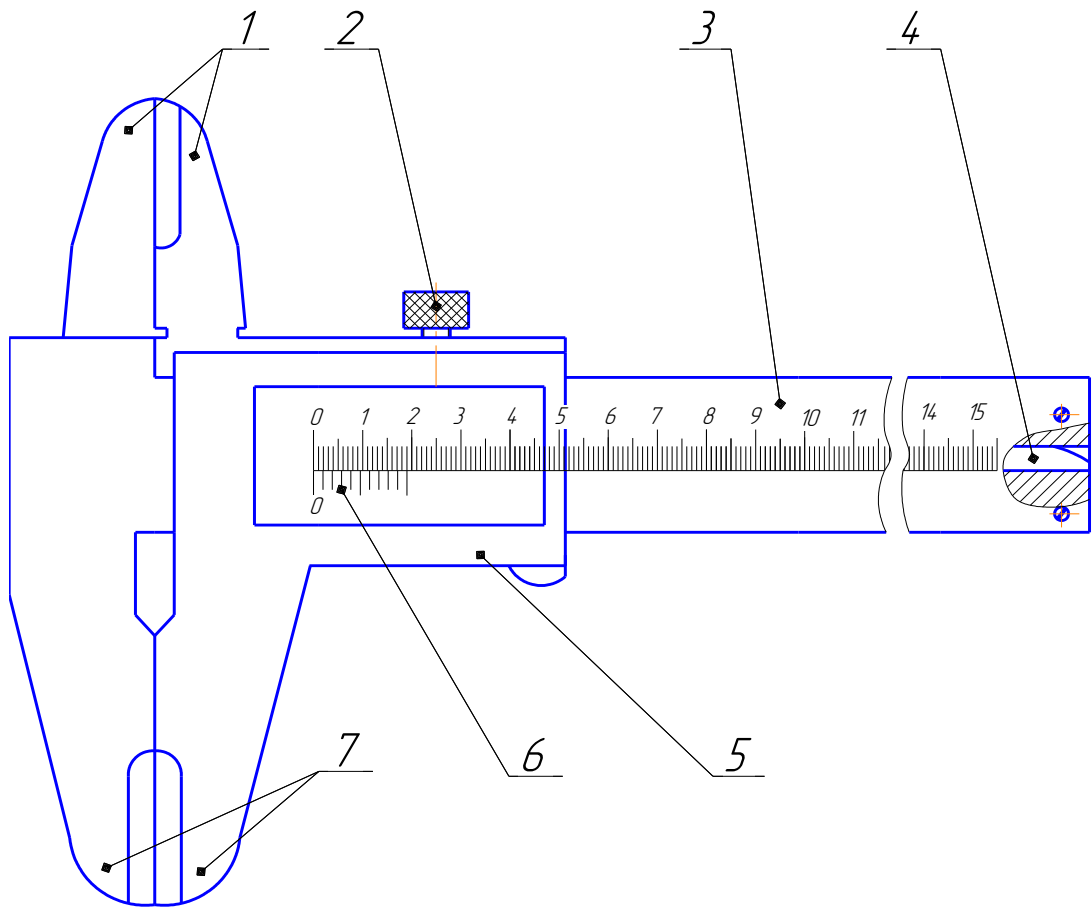
Штангенциркуль ШЦ-1 состоит из основных элементов:

- 1 — губок для внутренних измерений;
- 2 — стопорного винта;
- 3 — штанги;
- 4 — глубиномера;

- 5— рамки;
- 6— нониуса;
- 7— губок для наружных измерений.



Штанга (3) снабжена шкалой с ценой деления 1 мм. Длина шкалы 155 мм. На штангу надета рамка (5), к задней стенке которой прикреплен глубиномер (4). Рамка с глубиномером могут перемещаться вдоль штанги. Рамка снабжена вспомогательной шкалой — нониусом (6). Нониус имеет десять делений. Стопорный винт (2) служит для фиксации рамки относительно штанги. Губки (7) предназначены для измерения наружных размеров.



Глубиномер предназначен для измерения глубины отверстий, уступов, углублений и т.д.

10 делениям нониуса соответствует 19 делений (19 мм) шкалы штанги.



Точность измерения штангенциркулем определяется отношением цены деления шкалы штанги к числу делений нониуса, т.е. точность измерения штангенциркуля ШЦ-1 равна $1:10 = 0,1$ мм.

Чтение показаний при выполнении наружных и внутренних измерений на штангенциркуле ШЦ-1 (с точностью измерения 0,1 мм) проводится по шкале штанги и нониусу.

При чтении показаний измерения шкале штанги число целых миллиметров до нулевого штриха нониуса, а затем по шкале нониуса смотрят, какой штрих точно совпадает со штрихом шкалы штанги. Совпавший штрих нониуса укажет число десятых долей миллиметров.

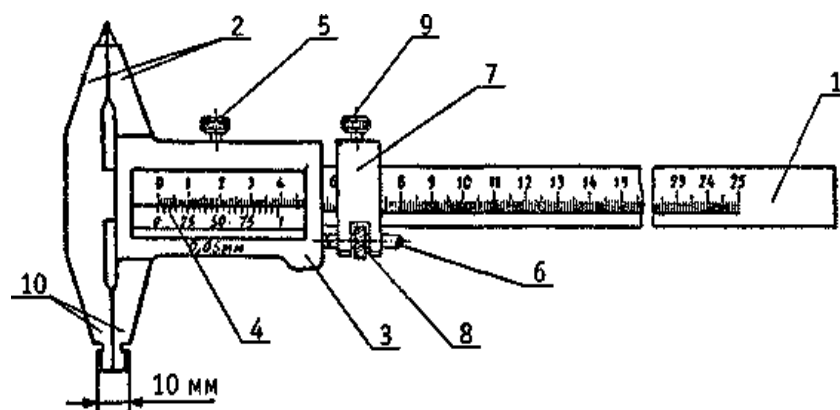
Например, нулевой штрих нониуса находится между 61 и 62 штрихами шкалы штанги, следовательно, число целых миллиметров 61.

Четвертый штрих нониуса точно совпал со штрихом шкалы штанги. Отсюда число десятых долей - 0,4 мм. Таким образом, полный размер составляет 61,4 мм.

Например, нулевой штрих нониуса находится между 61 и 62 штрихами шкалы штанги, следовательно, число целых миллиметров 61.

Четвертый штрих нониуса точно совпал со штрихом шкалы штанги. Отсюда число десятых долей - 0,4 мм. Таким образом, полный размер составляет 61,4 мм.

Устройство штангенциркуля ШЦ-2 похоже на устройство ШЦ-1. Однако есть различия.

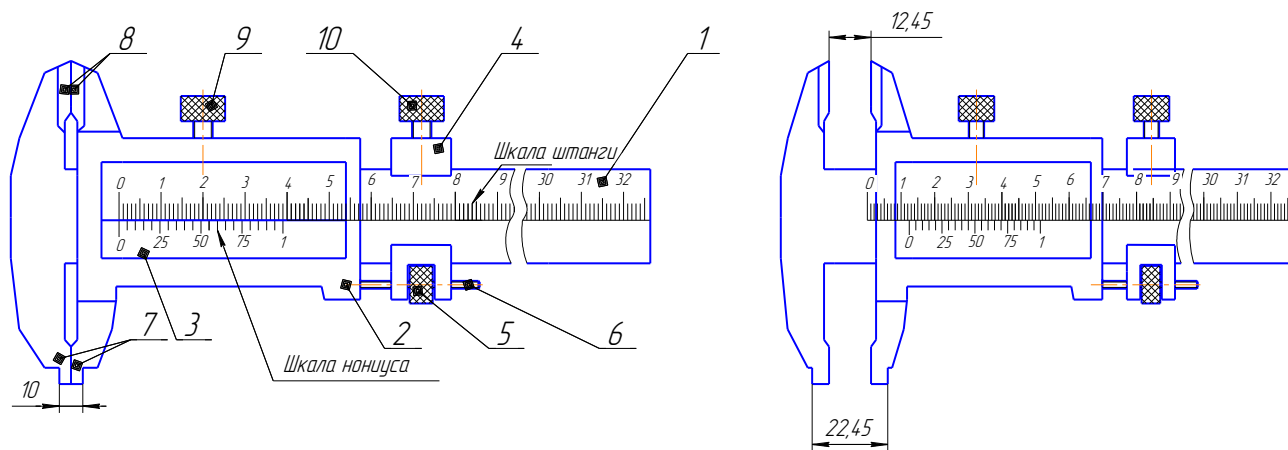


Штангенциркуль ШЦ-2 состоит из основных элементов:

- 1- штанги;
- 2- губок для наружных измерений;
- 3 - основной рамки;
- 4- нониуса;
- 5 - стопорного винта основной рамки;
- 6- шпильки;
- 7- вспомогательной рамки;
- 8- гайки;
- 9- винта вспомогательной рамки;
- 10 - губок для наружных и внутренних измерений.

В штангенциркуле ШЦ-2 по сравнению с штангенциркулем ШЦ-1 изменена форма губок для наружных и внутренних измерений, предусмотрено дополнительное устройство для установки губок на заданный размер, исключен глубиномер.

Цена деления шкалы штанги составляет 1 мм. Нониус имеет 20 делений. Точность измерения штангенциркулем ШЦ-2 равна $1:20 = 0,05$ мм.



Для измерения наружных размеров детали пользуются внутренними плоскостями губок для наружных измерений или губок для наружных и внутренних измерений.

Например, нулевой штрих нониуса находится между «0» и «1» штрихами шкалы штанги, следовательно, число целых миллиметров равно «0» (рисунок 8).

Седьмой штрих нониуса (обозначен ×), точно совпал со штрихом шкалы штанги. Отсюда число сотых долей – 0,35мм ($7 \times 0,05 \text{ мм} = 0,35 \text{ мм}$).

При внутренних измерениях к показаниям штангенциркуля прибавляется толщина губок, указанная на них.

Для более точного контактирования с изделием губки штангенциркуля с наружной стороны имеют скругленную поверхность.

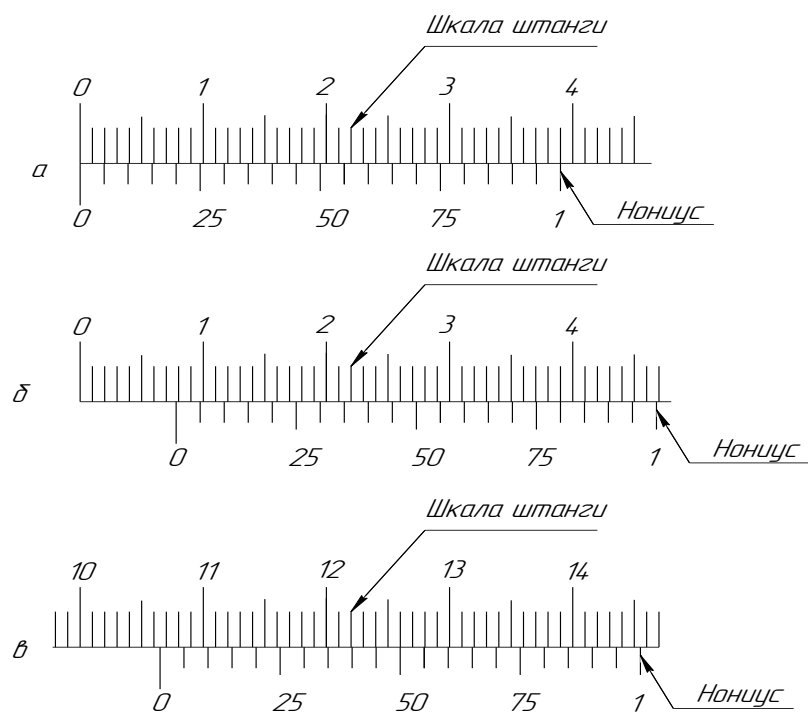
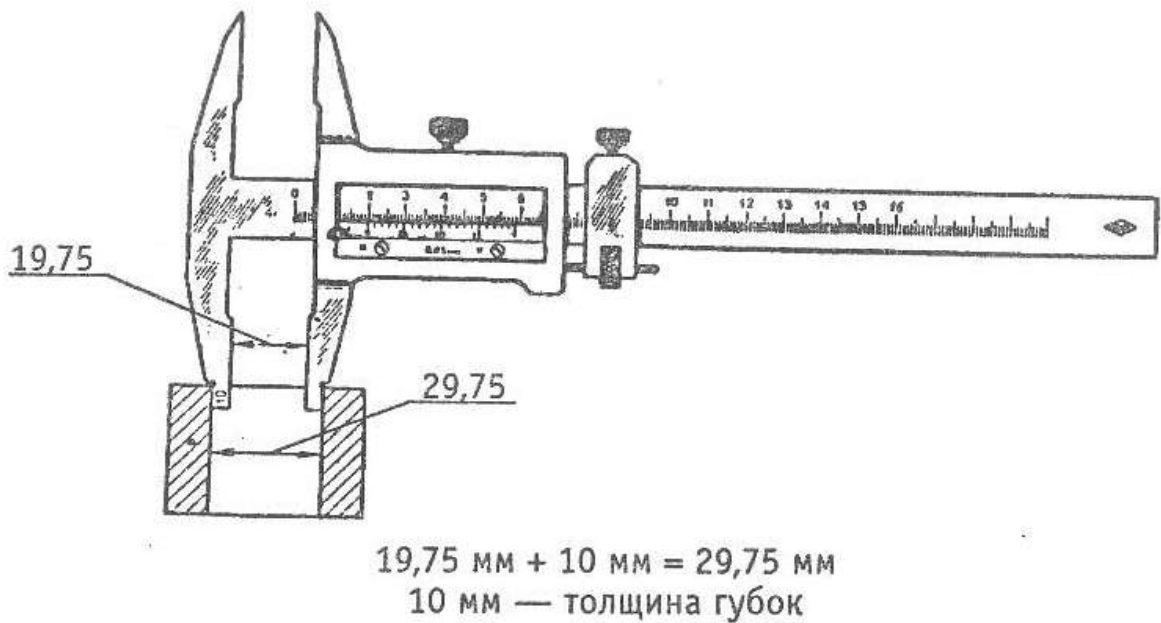


Рисунок 8



Для измерения внутренних размеров детали пользуются только губками для наружных и внутренних измерений. При этом необходимо увеличивать полученный результат на величину, равную толщине двух губок (10 мм).



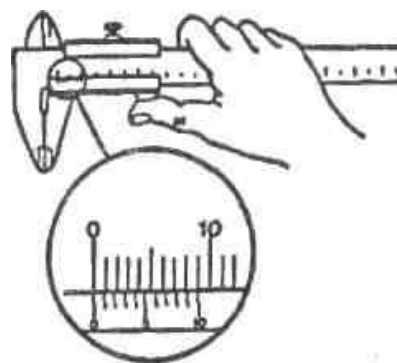
17.3 Измерения штангенциркулем

Изучите чертеж детали и контролируемые размеры.

Выберите штангенциркуль.

Протрите штангенциркуль мягкой льняной тканью.

Произведите наружный осмотр измерительных поверхностей штангенциркуля. На них не должно быть следов коррозии, забоин, царапин и других наружных дефектов, влияющих на точность измерения.

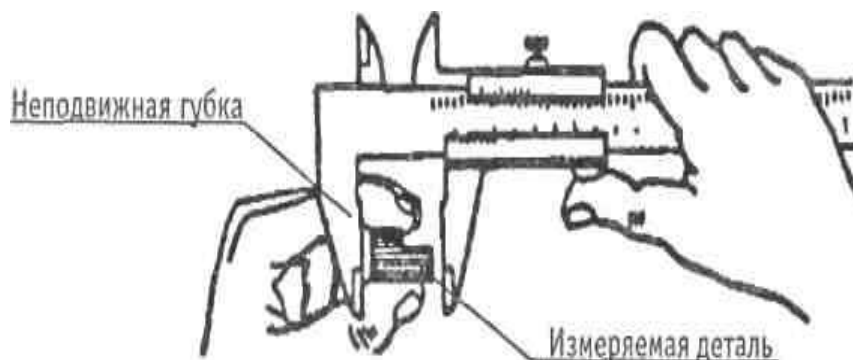


Проверьте нулевую настройку штангенциркуля, для чего соедините губки. Нулевой штрих нониуса должен совпадать с нулевым штрихом основной шкалы. Зазора по краям губок не должно быть.

Внимание!

Пользоваться неисправным инструментом запрещается.

Измерение наружных поверхностей произведите следующим образом.
Протрите измеряемую деталь и снимите заусенцы.
Раздвиньте губки штангенциркуля на размер, больший измеряемого.
Приложите деталь к неподвижной губке.



Правой рукой поддерживайте штангу, при этом большим пальцем этой руки перемещайте рамку до прикосновения подвижной губки к проверяемой детали, не допуская перекоса губок. Левая рука должна находиться за губками и захватывать деталь недалеко от губок. Проверьте правильность положения измерительных поверхностей, отсутствие перекосов. Деталь должна быть зажата между губками.

Считайте показания штангенциркуля, используя изложенные выше рекомендации;

- при чтении показаний штангенциркуля следует держать прямо перед глазами, не допуская перекосов;

- перекосы могут привести к неправильным результатам измерений.

Сравните результаты измерения с указанными значениями на чертеже;

- если измеренные размеры соответствуют чертежным, то деталь считается годной.

Штангенциркули ШЦ-I- 125-0,1 ГОСТ 166-89 (Рисунок 11а) и ШЦ-II- 250-0,05 ГОСТ 166-89 (Рисунок 11 б) предназначены для выполнения измерений деталей.

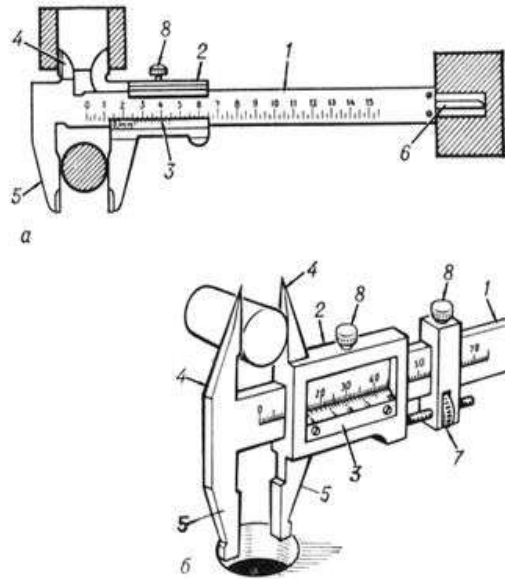


Рисунок 11 Штангенциркули для измерения размеров:

а) 1-штанга; 2- рамка; 3-нониус; 4-верхняя губка штанги; 5-нижняя губка штанги;

б) -замер углубления; 7- гайка; 8-винт зажима.

Установку штангенциркуля на заданный размер произведите следующим образом:

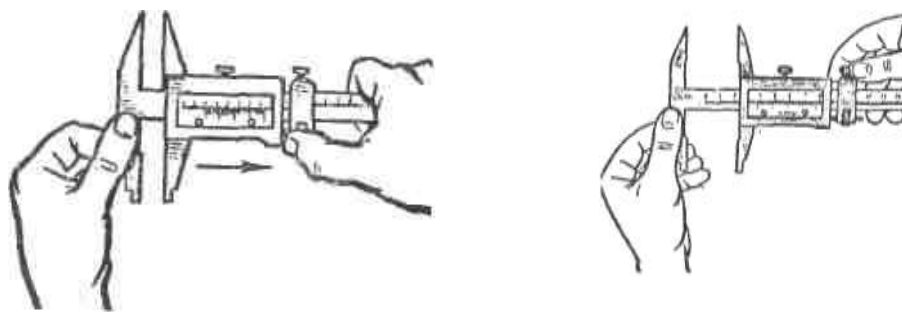
- Выберите размер, который вы хотите установить, определите его целую часть, затем десятые (сотые) доли миллиметра.

- Двигая рамку с нониусом большим пальцем правой руки, приблизительно установите контролируемый размер, нулевой штрих нониуса должен находиться около значения целой части контролируемого размера шкалы штанги.

- Зафиксируйте вспомогательную рамку, вращая стопорный винт вспомогательной рамки большим и указательным пальцами по часовой стрелке до тех пор, пока он не упрется в штангу;

- усилие должно быть достаточным для закрепления вспомогательной рамки на штанге.

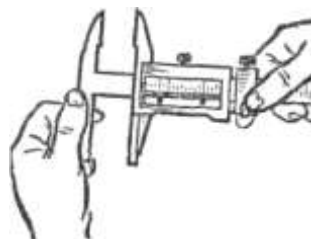
- Вращая гайку на шпильке большим и указательным пальцами, переме-



щайте основную рамку;

- При вращении гайки по часовой стрелке основная рамка будет приближаться к вспомогательной рамке - установочный размер будет увеличиваться;

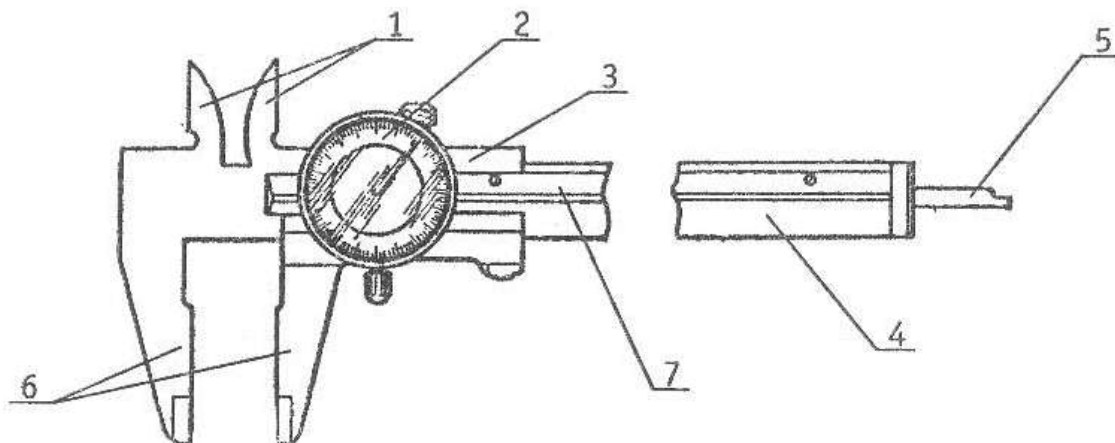
- При вращении гайки против часовой стрелки основная рамка будет удаляться от вспомогательной рамки - установочный размер будет уменьшаться.



Штангенциркуль ШЦ-III отличается от штангенциркуля ШЦ-II тем, что он снабжён только одной парой губок для наружных и внутренних измерений.

Штангенциркуль ШЦ-1Ц со стрелочной индикацией состоит из основных элементов:

- 1 – губок для внутренних измерений;
- 2 – отсчетной головки;
- 3 – рамки;
- 3 – штанги;
- 4 – глубиномера;
- 5 – губок для наружных измерений;
- 6 – рейки.



18 Средства контроля и измерения углов

18.1 Угольник и шаблоны

Угольником называется жесткое, безшкальное средство для контроля годности прямого угла, имеющее наружный и внутренний рабочие углы.

Угольники с углом 90° предназначены для разметки и контроля прямых углов деталей, а также для проверки взаимной перпендикулярности отдельных поверхностей деталей при монтаже оборудования и для проверки инструментов, приборов и станков.

Угольники и угловые шаблоны

Издел



Проверку внутреннего угла детали произведите аналогичным образом, по наружному углу угольника.

Проверьте отклонения от перпендикулярности:

- контролируемую деталь и угольник поместите на поверочную плиту;
- приведите их в соприкосновение и введите в образовавшийся зазор щуп (начиная с наименьшего);
- определите величину отклонения.



Щуп должен входить между деталью и угольником без усилия, с легким нажатием поверхностей обоих предметов. Цифра, нанесенная на пластинке щупа, укажет величину отклонения на данной высоте.

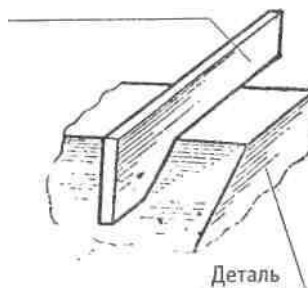
Угловые шаблоны

Наряду с угольниками для контроля углов деталей применяют угловые шаблоны.

Различают шаблоны:

— угловые;

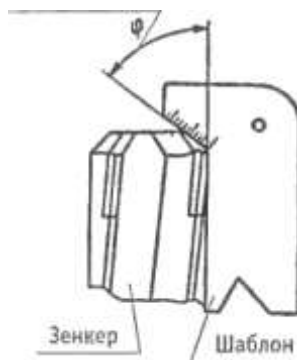
Угловой шаблон



Угловые шаблоны предназначены для контроля одного определенного угла.

Контроль производится сопряжением шаблона с проверяемой поверхностью. По величине и равномерности просвета визуально определяется качество обработки.

Контролируемый угол



— шаблоны для контроля углов заточки режущего инструмента;

— малки, предназначены для измерения углов от 0° до 180° .

При контроле малкой ее рабочие грани приводят в соприкосновение с поверхностями образующими плоский угол.

Угол между сторонами этого инструмента можно изменять, так как они имеют шарнирные соединения и фиксируются установочным винтом.

Малки



18.2 Угломеры

Угломером называется накладной прибор для измерения углов, в котором отсчет угла производят с помощью нониуса.

Угломеры с нониусом бывают двух типов: — УН и — УМ

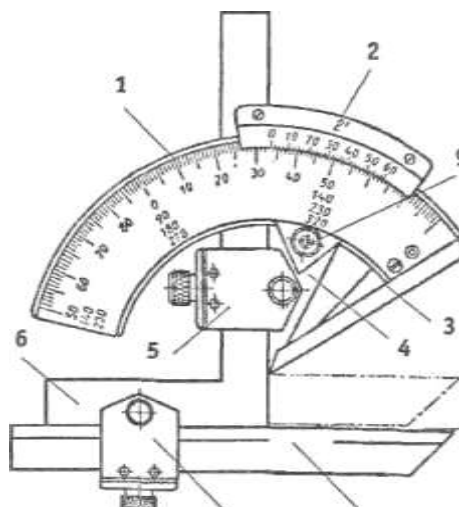
Тип — УН - предназначен для измерения наружных углов от 0° до 180°

и внутренних углов от 40° до 180° ;

Угломер типа УН

Угломер типа УН включает в себя следующие основные элементы:

- 1 — основание;
- 2 — нониус;
- 3 — линейку;
- 4 — сектор;
- 5 — державку;
- 6 — угольник;
- 7 — съемную линейку;
- 8 — державку;
- 9 — стопор.



Основание (1) с градусной шкалой жестко скреплено с **линейкой** (3). По дуге основания перемещается **сектор** (4), несущий **нониус** (2). К сектору посредством **державки** (5) может быть прикреплен **угольник** (6) или **съемная линейка** (7). Съемная линейка при помощи державки (8) может прикрепляться к короткой стороне угольника. Как и у штангенциркуля, угломер имеет две измерительные поверхности, одна из которых на линейке 3 связана со **шкалой** (1), а другая на **съемной линейке** (7) связана с **нониусом** (2). **Прикладывая измерительные поверхности линеек** (3 и 7) к сторонам измеряемого угла без просвета, по шкале основания и нониусу отсчитывают значение измеряемого угла.

Отсчет углов производится аналогично отсчету размеров по штангенинструментам (см. «Штангенциркули, их применение»).

Число минут определяется по штриху нониуса, совпавшему со штрихом основной шкалы.

У угломера типа УН угол между крайними штрихами нониуса равен 29 градусам и разделен на 30 частей.

Точность измерения этого угломера равна $1^\circ : 30 \text{ частей} = 2'$. Правая и левая части шкалы основания рассматриваются от его нулевого штриха.

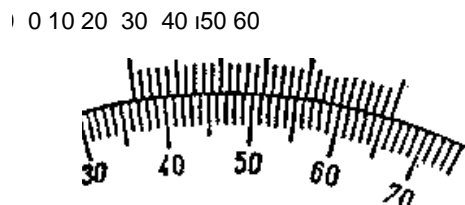
Угломеры могут иметь точность измерения 2', 5' или 15'.



18.3 Основные положения угломера типа УН и правила чтения показаний

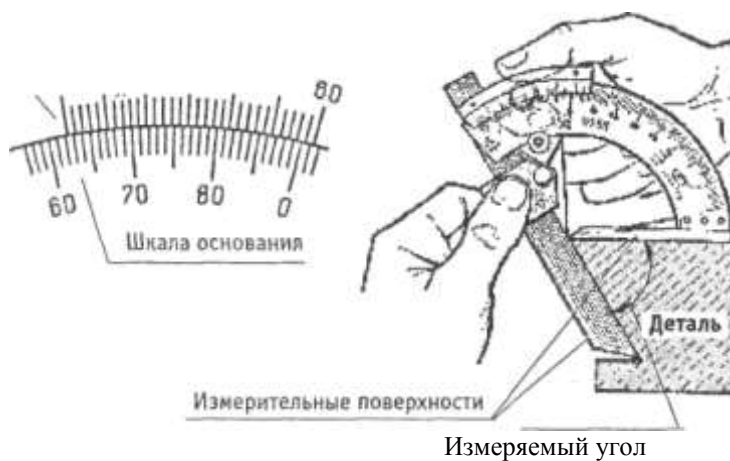
- При измерении наружных углов от 0° до 50° показания читайте по правой части шкалы.

Например, на рисунке показание угломера составляет 36°46'



- Примеры измерений углов

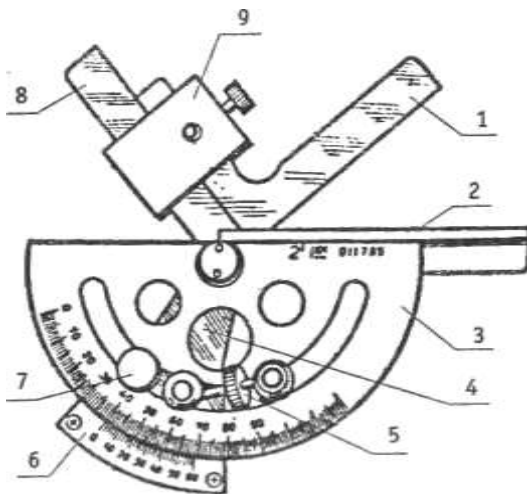
Например, величина проверяемого угла на рисунке составляет 62°14'



18.4 Угломер типа УМ

Тип — УМ - предназначен для измерения только наружных углов от 0° до 180° .

Угломер типа УМ включает в себя следующие основные элементы:



1 — угольник; 2 — линейка основания; 3 — основание; 4 -сектор; 5 — устройство для микрометрической подачи; 6 — нониус; 7 — стопор; 8 — подвижная линейка; 9 — державка.

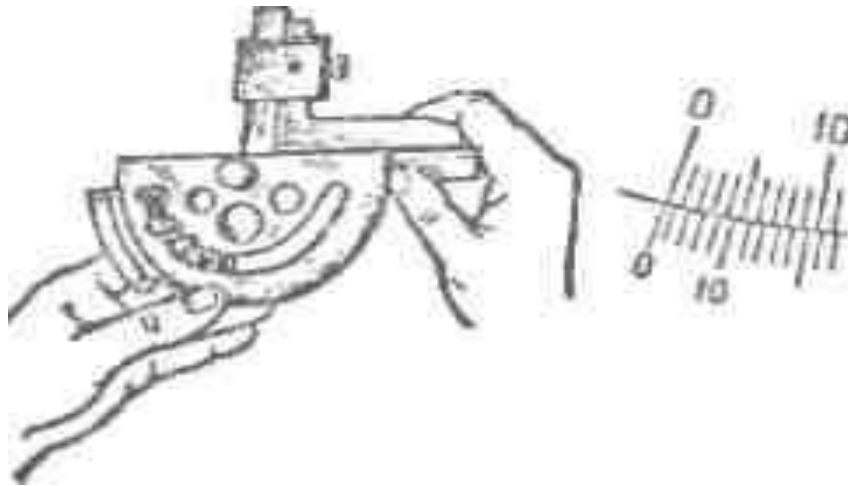
Точность измерения угломера типа УМ — $2'$. Он предназначен только для измерения наружных углов от 0° до 180° .

Отсчет углов производится аналогично отсчету размеров по штангенциркулям (см. «Штангенциркули, их применение»). Число минут определяется по штриху нониуса, совпавшему со штрихом основной шкалы.

Измерения с помощью угломера типа УМ

Изучите чертеж детали и контролируемые углы.

Выберите угломер типа УМ.



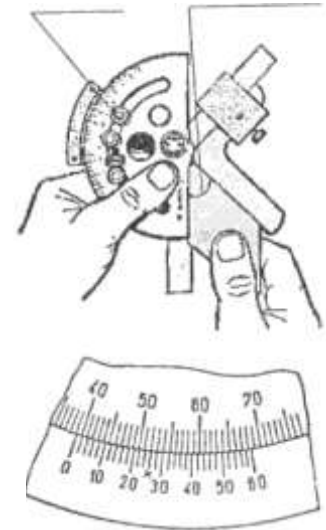
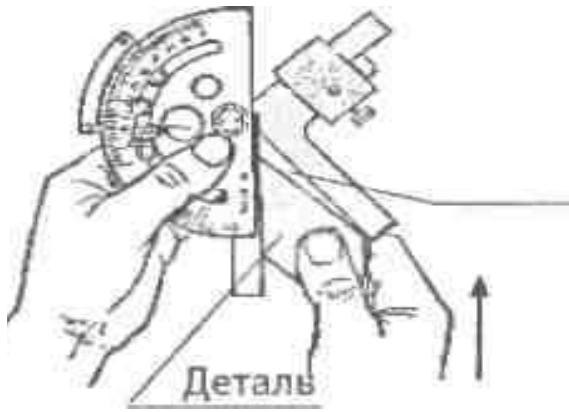
Произведите наружный осмотр измерительных поверхностей угломера. На них не должно быть следов коррозии, забоин, царапин и других наружных дефектов, влияющих на точность измерения. Если вы обнаружили какие-либо неисправности, сообщите об этом инструктору.

Проверьте нулевое положение угломера:

- соедините измерительные поверхности так, чтобы между ними не было просвета, нулевые штрихи нониуса и шкалы основания должны совпадать. Произведите измерение острого угла детали с помощью угломера типа УМ в следующем порядке:
- прижмите правой рукой деталь к измерительной поверхности линейки основания;
- переместите деталь, уменьшая просвет между деталью и второй измерительной поверхностью угломера до их полного соприкосновения;
- проверьте равномерность просвета между измерительными и проверяемыми поверхностями, зафиксируйте положение, вращая стопор по часовой стрелке до упора;
- сосчитайте показания, используя полученные навыки при измерении штангенциркулем.

Например, на рисунке показание угломера составляет $39^\circ + 20' + (2' \times 3) = 39^\circ 26'$.

Если измеренная величина угла соответствует чертежной, то деталь считается годной.



19 Допуски и посадки

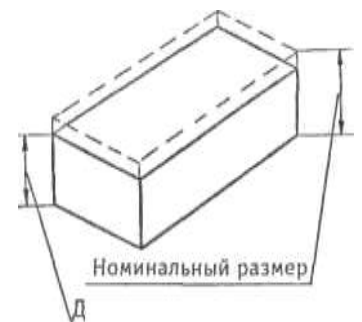
Размерная точность - это степень соответствия изготовленной детали заданным размерам.

На чертеже указывается **номинальный размер**, определяющий величину элементов детали. Относительно, этого размера определяются отклонения.

Изготовить изделие абсолютно точно невозможно в связи с:

- погрешностями настройки для обработки;
- износом режущего инструмента;
- изнашиванием механизмов станка;
- неточностью измерений и т.д.

Обработанная деталь имеет размер несколько больше или несколько меньше номинального размера.



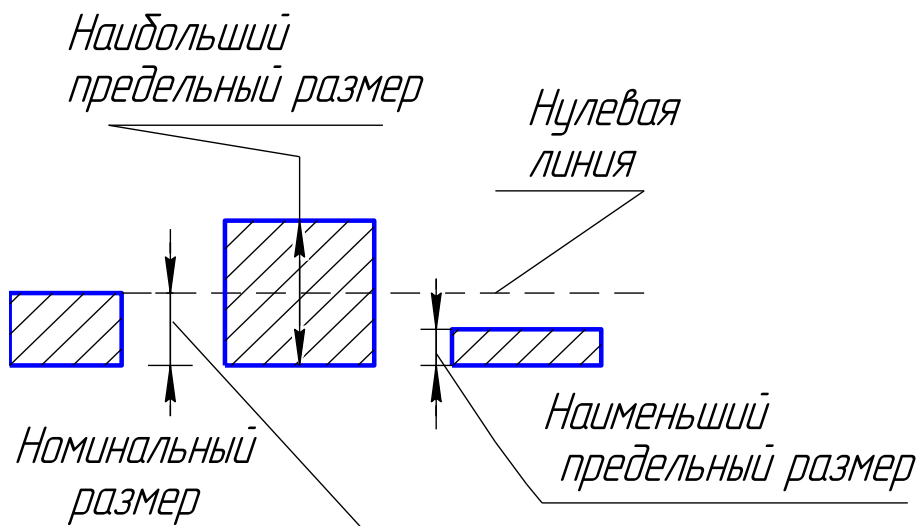
Действительный размер - размер, установленный измерением.

Для обеспечения сборки деталей, их взаимозаменяемости, надежности и долговечности изделий необходимо, чтобы действительный размер детали находился в пределах наибольшего и наименьшего предельного размера.

Наибольший предельный размер - это наибольший допустимый размер.

Наименьший предельный размер - это наименьший допустимый размер.

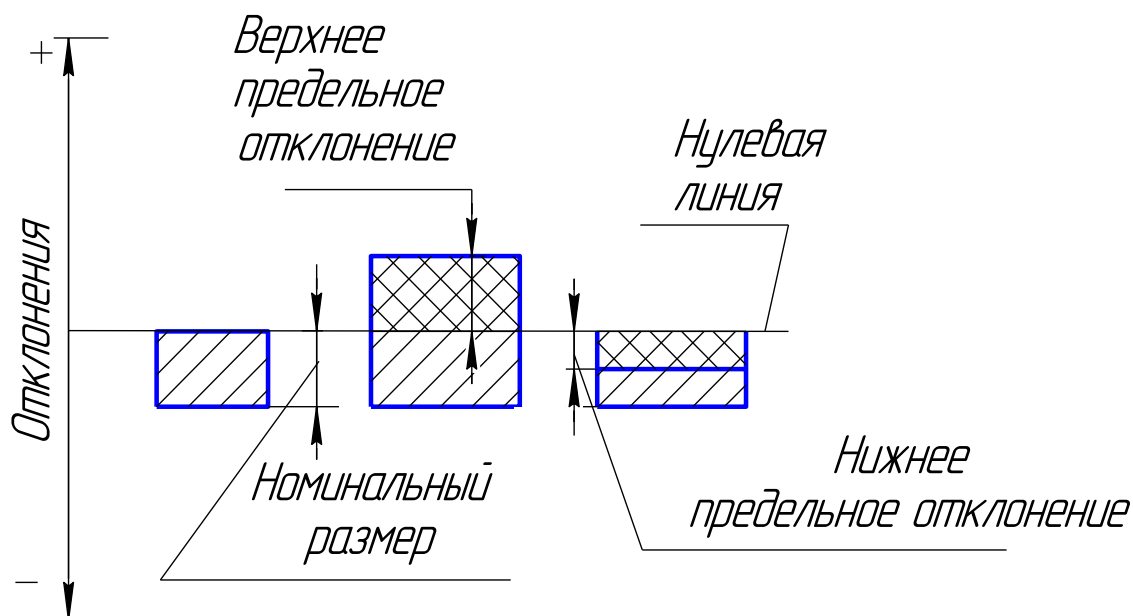
Нулевая линия - линия, соответствующая номинальному размеру.



19.1 Предельные отклонения размеров и допуски

Предельным отклонением размера называется алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами.

Различают верхнее и нижнее предельное отклонение.



Верхним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным размером и номинальным размером.

Нижним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наименьшим предельным размером и номинальным размером.

Поле допуска называется поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера.



Предельное отклонение может быть как положительным, так и отрицательным.

Положительное отклонение - если предельный размер больше номинального и обозначается знаком «+».

Отрицательное отклонение - если предельный размер меньше номинального и обозначается знаком «-».

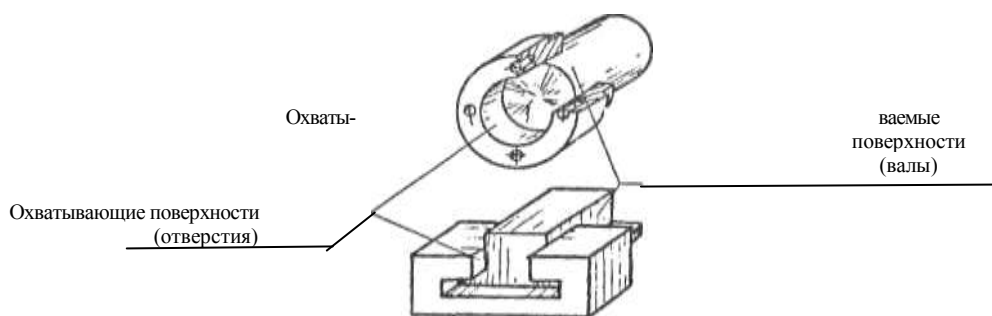
Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется **допуском**.

19.2 Посадки

В процессе сборки происходит соединение деталей.

Характер соединения двух деталей, в котором за счет разности действительных размеров обеспечивается свобода их относительного перемещения или прочность их неподвижного соединения, называется посадкой.

При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают охватывающую и охватываемую поверхности.



Охватывающая поверхность условно называется отверстием.

Охватываемая поверхность условно называется валом.

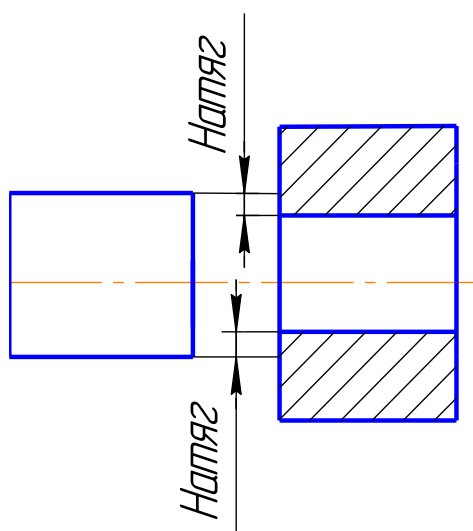
Охватывающая и охватываемая поверхности могут быть самой различной формы - поверхностями вращения, плоскими поверхностями и т.д.

В том случае, когда размер отверстия больше размера вала при сборке деталей получается **зазор**.

Если размер вала больше размера отверстия, сборка выполняется с **натягом**.

Посадки условно можно разделить на три группы:

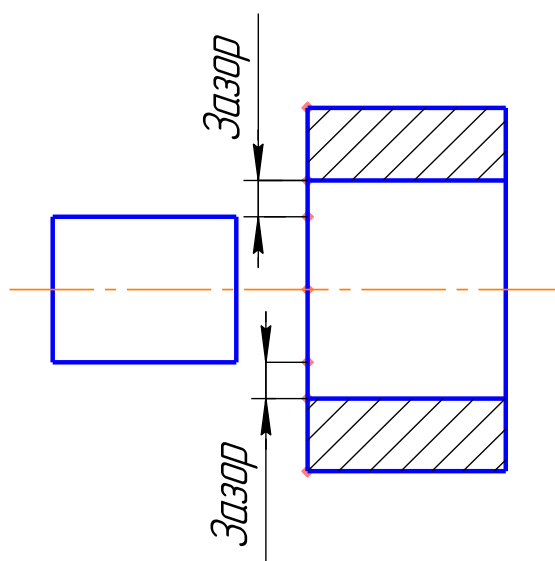
- с натягом;
- переходные;
- с зазором.



Посадки с натягом - посадки, при которых всегда образуется натяг в соединении, препятствующий относительному перемещению деталей после сборки.

Примеры:

1. Установка подшипника на вал в приводе подач станка.
2. Установка соединительных муфт на валы.



Посадки с зазором - посадки, при которых всегда образуется зазор в соединении, обеспечивающий возможность относительного перемещения сопрягаемых деталей.

Примеры:

1. Установка подвижных блоков шестерен на валы в коробках скоростей и подач металлорежущих станков.
2. Установка съемных кондукторных втулок в приспособлениях для сверления.

Переходные посадки - посадки, при которых возможно получение как зазора, так и натяга в зависимости от действительных размеров отверстия и вала.

Примеры:

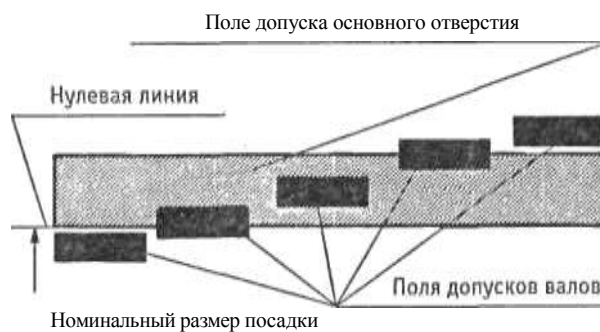
1. Шлицевые соединения по боковым поверхностям при центрировании по наружному диаметру.
2. Шпоночные соединения.

Осуществить ту или иную посадку можно за счет изменения размеров отверстия или вала, в связи с этим применяются две системы посадок:

- система отверстия;
- система вала.

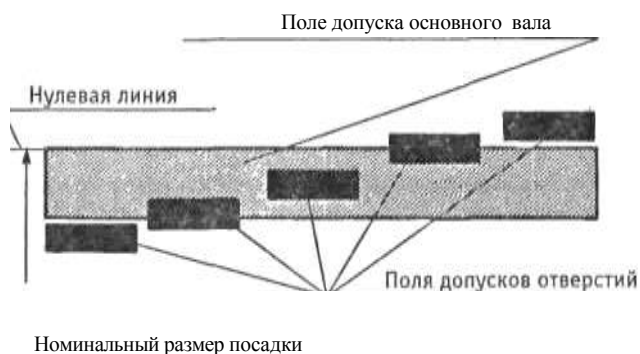
19.2 Посадки в системе отверстия

Посадки в системе отверстия выполняют за счет изменения размера вала при неизменном размере основного отверстия.



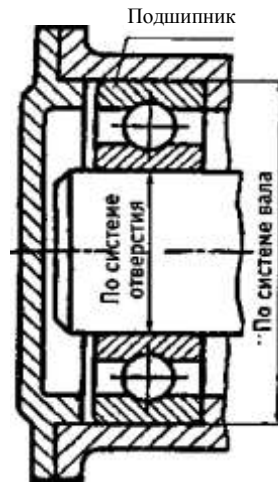
19.3 Посадки в системе вала

Посадки в системе вала выполняются за счет изменения размеров отверстия при неизменном размере основного вала.



Система отверстия является предпочтительной, т.к. достижение определенной степени точности валов технологически проще и экономичнее.

Пример посадки по системе отверстия и системе вала.



19.4 Построение системы допусков и посадок

Взаимозаменяемость деталей обеспечивается Единой Системой Допусков и Посадок.

Для упрощения построения системы весь диапазон номинальных размеров разбит на интервалы, внутри которых для всех размеров устанавливается одинаковая величина допуска.

Допуски образуют 19 рядов, которые называются квалитетами (степенями точности), имеющими порядковые номера:

01,0,1,2,3,4, 5,6,7,8,9,10, И, 12,13,14,15,16,17.

Квалитет - совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Квалитеты (степени точности) обозначают буквами IT и номером. Например, IT 7, IT 14. Самые точные квалитеты - 0 и 01.

Числовые значения стандартных допусков определяются по справочным таблицам.

Пример таблицы для определения допусков:

Номи- нальные размеры, мм	Квалитет										
	01	0	1	2	3	4	5	...10	...12	...14	...17
	МКМ								ММ		
30- 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	100	0,25	0,62	1
500- 630	4,5	6	9	11	16	22	30	280	0,7	1,75	7

Для получения различных по отношению к номинальному размеру положений полей допусков предусмотрено по 28 основных отклонений валов и отверстий.

Положение поля допуска относительно нулевой линии, характеризующее посадку, обозначается одной или двумя буквами латинского алфавита - прописной для отверстия (A, B, C, CD...) и строчной для валов (a, B, c, cd...). Расположение основных отклонений отверстий и валов приведены на рисунке 13:

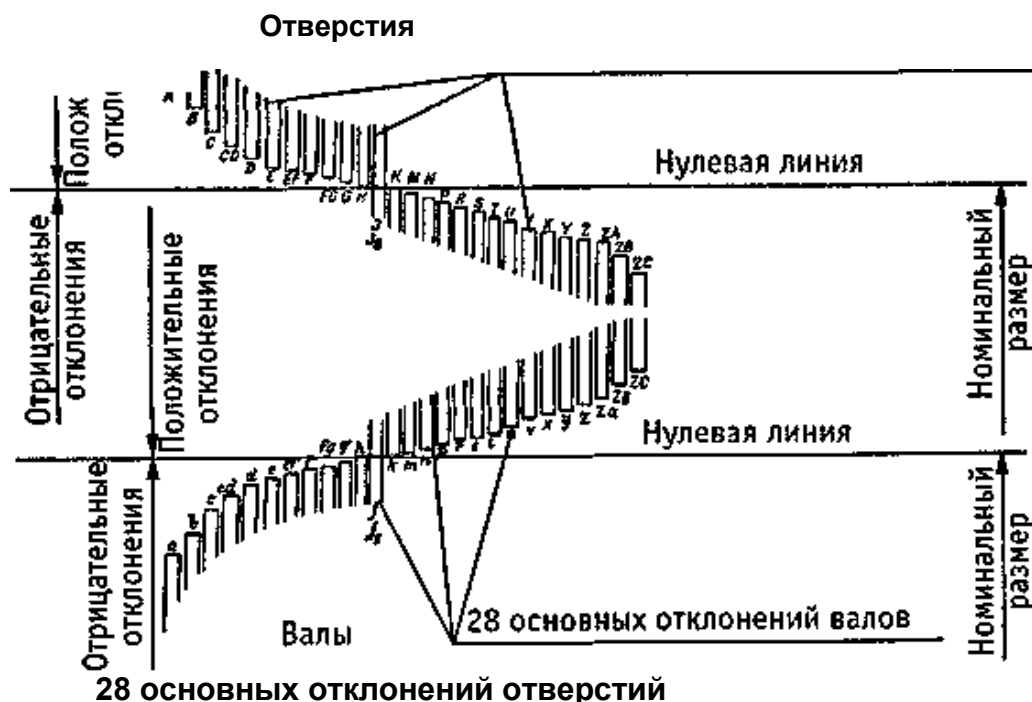


Рисунок 13

Числовые значения предельных отклонений определяются по справочным таблицам.

Например: на чертеже указан размер отверстия 40H7. Предельные отклонения отверстия определяем по таблице:



Интервал	Квалитет 7						
	поле допуска						
	F7	G7	H7	J _s 7	K7	M7	N7
	предельные отклонения, мкм						
18- 30	+41 +20	+ 28 + 7	+ 21 0	+10 - 10	+6 - 15	0 -21	-7 -28
30- 40	+ 50 + 25	+34 +9	+ 25 0	+ 12 -12	+ 7 -18	0 -25	-8 -33

Например, на чертеже указан размер - 40с 11. Предельные отклонения вала определяем по таблице:



Интервал номинальных	Квалитет 11					
	поле допуска					
	a11	b11	c11	d11	h11	js11
	предельные отклонения, мкм					
18-30	-300 -430	-160 -290	-110 -240	-65 -195	0 -130	+65 -65
30-40	-310 -470	-170 -330	-120 -280	-80 -240	0 -160	+80 -80

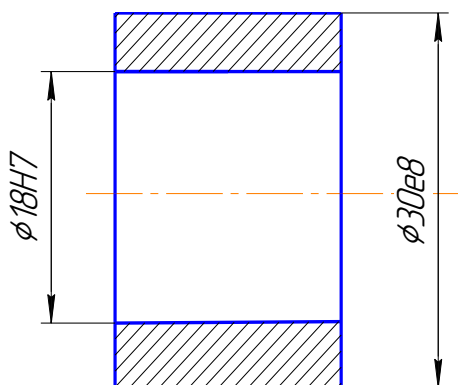
19.5 Обозначение предельных отклонений размеров на чертежах.

На рабочих чертежах деталей указывают номинальные размеры и их предельные отклонения.

Предельные отклонения линейных размеров указываются одним из трех способов:

- условным обозначением;
- числовым значением;
- условным обозначением с указанием числовых значений.

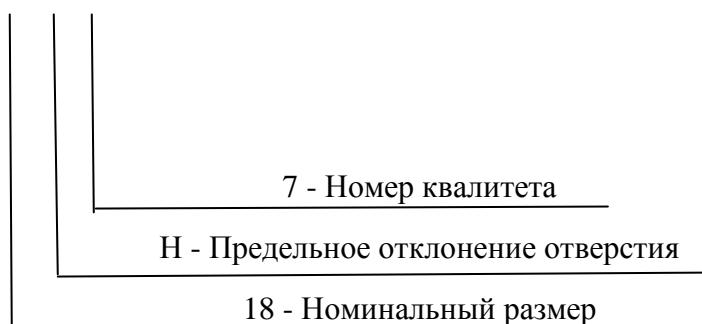
Условное обозначение полей допусков состоит из букв латинского алфавита и цифры.



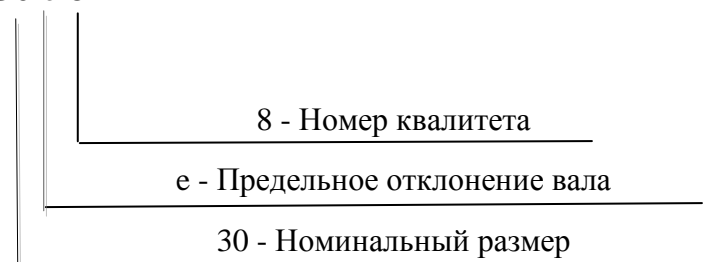
Буква означает основное предельное отклонение (прописная – для отверстия, строчная – для вала).

Цифра означает номер качества

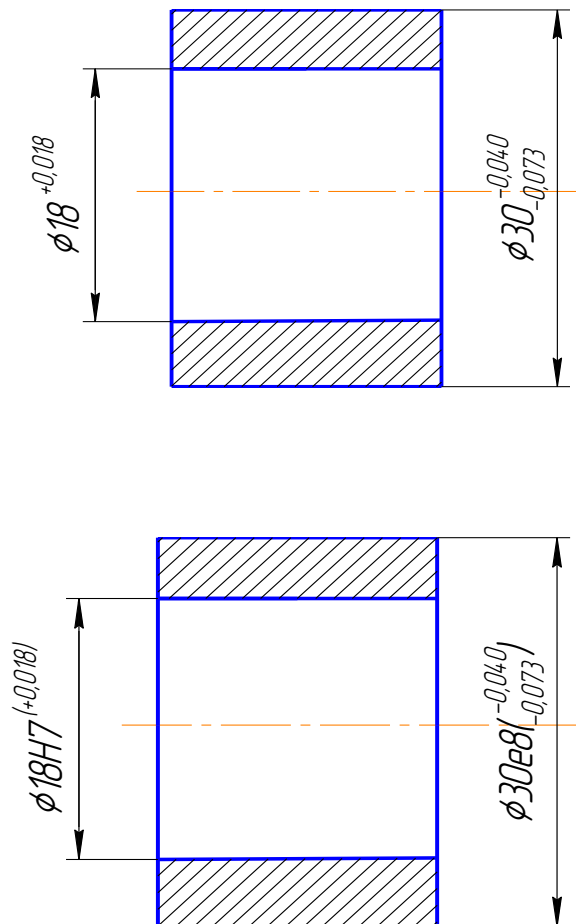
18 H 7



30 e 8



Условное обозначение полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений представлено на рисунке.



20. Шероховатость поверхностей

При обработке заготовок в результате воздействия режущих кромок инструмента на обрабатываемых поверхностях образуются микронеровности.

Шероховатость поверхности - совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами. Шероховатость поверхности является одной из основных характеристик качества поверхности детали и оказывает влияние на эксплуатационные показатели машин, станков, приборов.

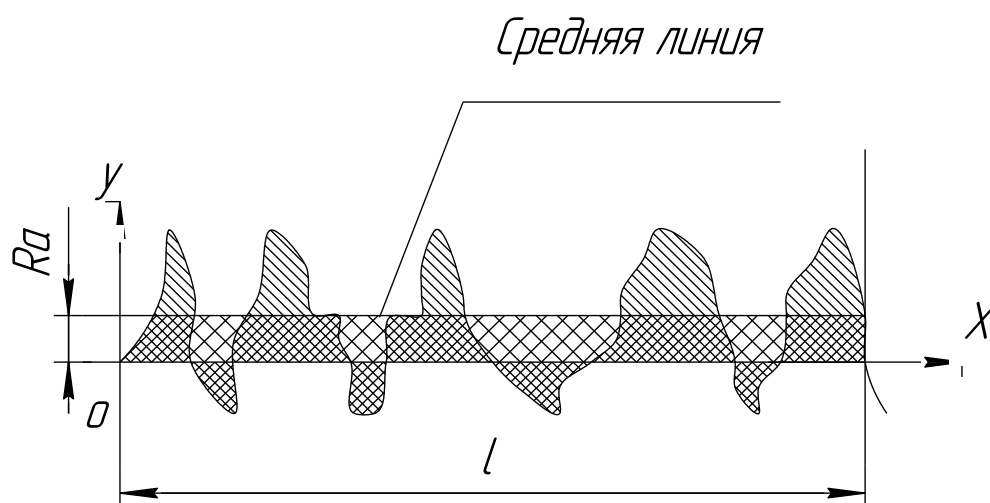
Основные параметры шероховатости:

Среднее арифметическое отклонение профиля - R_A .

Высота неровностей профиля по десяти точкам - R_Z .

Значения этих параметров определяются в пределах некоторого участка поверхности, длина которого называется базовой длиной « l ».

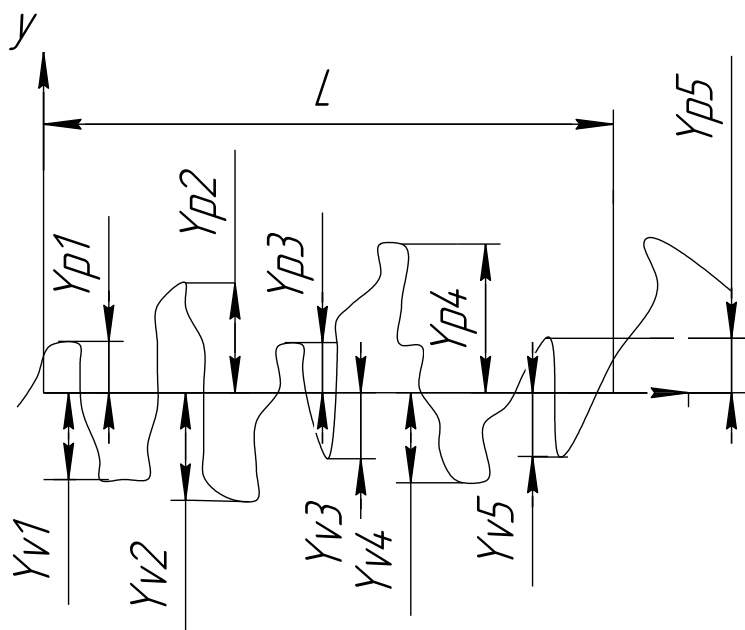
Среднее арифметическое отклонение профиля R_A представляет собой среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины « l ».



— где:

y_i - расстояние точек измеренного профиля до его средней линии;
 n - количество измерений.

Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z - сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины.



$R_z =$ ————— где:

Y_{pi} – высота i -го наибольшего выступа профиля;

Y_{vi} – глубина i -й наибольшей впадины профиля.

20.1 Обозначение шероховатости поверхности

Шероховатость поверхности обозначают специальными знаками.

В том случае, когда вид обработки поверхности не устанавливается

конструктором, применяют знак 

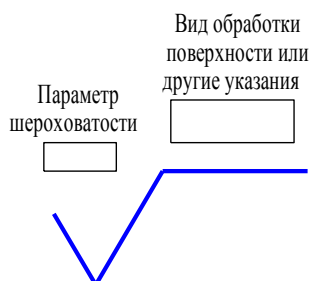
При обработке поверхности с удалением слоя материала - точением, фрезерованием, сверлением, протягиванием, шлифованием и т.д.,

применяют знак 

Шероховатость поверхности, образуемой без удаления слоя материала - литьем, ковкой, объемной штамповкой, прокатом и т.д., обозначается

знаком 

Для указания вида обработки и других пояснительных надписей применяют выше указанные знаки с полкой.



Пример:



Для обозначения числового значения параметров шероховатости поверхности на условном знаке указывается:

- для параметра R_A - только числовая величина без буквенного символа



- для параметра R_z – буквенный символ и числовая величина.

Числовые значения параметров R_A и R_Z следует брать из таблиц 20 и 21.

Более предпочтительным является применение числовых значений параметров R_a .

Таблица 20. Среднее арифметически отклонение профиля R_A , мкм

<u>100</u>	10,0	1,00	<u>0,100</u>	0,010
80	8,0	<u>0,80</u>	0,010	0,008
63	<u>6,3</u>	0,63	0,063	—
<u>50</u>	5,0	0,50	<u>0,050</u>	—
40	4,0	<u>0,40</u>	0,040	—
32	<u>3,2</u>	0,32	0,032	—
<u>25</u>	2,5	0,25	<u>0,025</u>	—
20	2,0	<u>0,20</u>	0,020	—
16,0	<u>1,60</u>	0,160	0,016	—
<u>12,5</u>	1,25	0,125	<u>0,012</u>	—

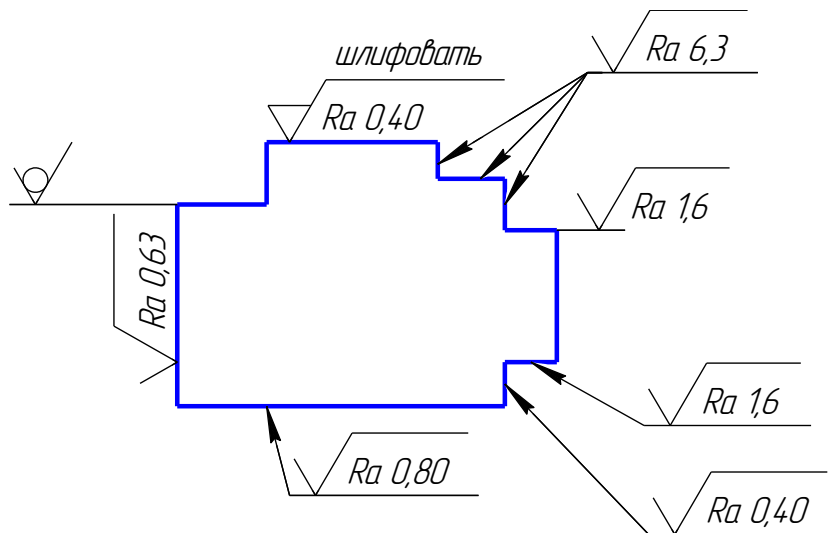
Примечание. Предпочтительные значения параметров подчеркнуты.

Таблица 21. Высота неровностей профиля по 10 точкам R_z , мкм

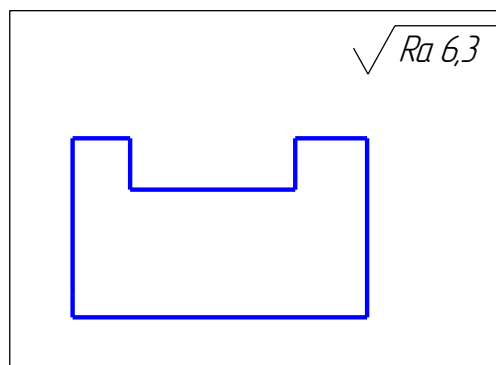
—	1000	<u>100</u>	10,0	1,00	0.100
—	800	80	8,0	<u>0,80</u>	0,080
—	630	63	<u>6,3</u>	0,63	0,063
—	500	<u>50</u>	5,0	0,50	0.050
—	<u>400</u>	40	4,0	<u>0,40</u>	0,040
—	320	32	<u>3,2</u>	0,32	0,032
—	250	<u>25,0</u>	2,5	0,25	0.025
—	<u>200</u>	20,0	2,0	<u>0,20</u>	—
1600	160	16,0	<u>1,6</u>	0,160	—
1250	125	<u>12,5</u>	1,25	0,125	—

Примечание. Предпочтительные значения параметров подчеркнуты.

Условный знак шероховатости наносится на линиях контура, на выносных линиях или на полках линий-выносок.

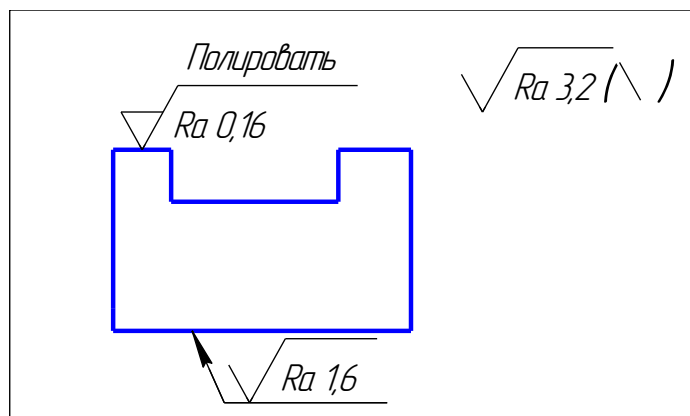


Если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость, то ее обозначение помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображение не наносят.



В случае одинаковой шероховатости части поверхностей детали, в правом верхнем углу чертежа помещается:

- обозначение этой шероховатости;



- условное обозначение знака в скобках, который означает, что все поверхности, не имеющие на чертеже знаков шероховатости, должны иметь шероховатость, указанную перед скобкой.

Способы оценки шероховатости поверхности

Шероховатость поверхности оценивается путем визуального сравнения обработанной поверхности с эталонами шероховатости.

Эталон шероховатости (рисунок 14), представляют собой металлические пластинки, обработанные различными способами и имеющие различную высоту микронеровностей.

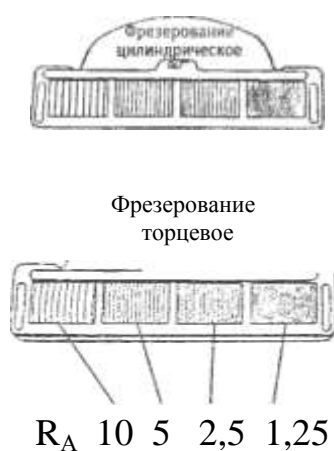


Рисунок 14

Специальными приборами для определения шероховатости в измерительных лабораториях являются:

- микроскопы;
- микроинтерферометры;
- профилографы;
- профилометры.

21 Абразивный инструмент

Абразивный инструмент – это режущий инструмент, изготовленный из синтетических или природных материалов высокой твердости. Процесс резания осуществляется множеством зерен абразивного материала, из которого изготовлен инструмент.

Все данные о конкретном инструменте закодированы в виде условного обозначения. Условное обозначение абразивного инструмента включает в себя следующие характеристики:

- типоразмер инструмента;
- вид, марку и зернистость абразивного материала;
- степень твердости инструмента;
- вид и марку связки;
- рабочую скорость применения инструмента;
- класс точности.

Кроме того, в характеристике могут указываться процентное содержание пор в высокопористых кругах и вид пропитки инструмента.

Абразивный инструмент применяют для обработки практически всех известных материалов (сталь, чугун, цветные металлы и сплавы, дерево, стекло, резина и др.). Различают следующие виды абразивной обработки: шлифование, полирование, доводку, суперфиниширование, хонингование, отрезку. Для этих целей применяют абразивный инструмент различных типов и конструкций:

- шлифовальные круги, в том числе шлифовальные головки;
- отрезные круги;
- шлифовальные сегменты;
- абразивные бруски;
- абразивные шеверы;
- абразивный инструмент на гибкой основе с нанесенным на нее слоем шлифовального материала, закрепленного связкой (шлифовальная

шкурка и изделия из нее);

- абразивные круги

- полировальные круги.

21.1 Типы абразивного инструмента

Наиболее широко при различной обработке деталей применяются **шлифовальные круги** общего применения из **электрокорунда и карбида кремния**, типы и размеры которых определены ГОСТ 2424–83 (таблица 21).

Таблица 21. Типы шлифовальных кругов.

Тип	Применяемые по ГОСТ 2424-73	Вид круга
1	ПП	Плоский прямого профиля
2	К	Кольцевой
3	ЗП	С коническим профилем
4	2П	С двусторонним коническим профилем
5	ПВ	Плоский с односторонней выточкой
6	ЧЦ	Чашечный цилиндрический
7	ПВД	Плоский с двусторонней выточкой
11	ЧК	Чашечный конические
12, 14	Т	Тарельчатый
23	ПВК	Плоский с конической выточкой
26	ПВДК	Плоский с двусторонней конической выточкой
36	ПН	С запрессованными крепежными элементами

Шлифовальные круги широкого применения выпускают следующих размеров:

наружный диаметр $D = 3-1060$ мм;

ширина $T = 1-250$ мм;

диаметр посадочного отверстия $H = 1-305$ мм.

Типы и размеры **шлифовальных кругов из эльбора** регламентированы ГОСТ 17123–79 и ГОСТ 24106–80. Круги состоят, как правило, из корпуса и режущего (рабочего) эльбор содержащего слоя. Режущий слой расположен на наружных участках поверхности инструмента и имеет разную ширину, высоту и толщину.

Для окончательной обработки стальных закаленных цилиндрических зубчатых колес с некоррегированным профилем применяют **абразивные шеверы**, которые представляют собой абразивный инструмент в виде твердого тела, имеющего форму зубчатого колеса и изготовленного методом литья.

21.2 Абразивные материалы

Абразивные материалы разделяются на два класса: природные и синтетические. К **природным** материалам относят природный алмаз, корунд, наждак, кремьень, гранат, техническое стекло. Природные материалы применяют в ограниченном количестве, как правило, в виде зерна для свободного шлифования, изготовления шлифовальной шкурки.

К **синтетическим** материалам относят синтетический алмаз, электрокорунд, карбид кремния, карбид бора и материалы на основе кубического нитрида бора. Они обладают большей стабильностью физико-механических свойств чем природные, поэтому им отдают предпочтение.

Электрокорунд (Al_2O_3) – синтетический абразивный материал, состоящий в основном из окиси алюминия в виде ее кристаллической модификации (минерал корунд). Содержание корунда в зависимости от марки

материала достигает 99% (табл. 2.2). Чем выше содержание корунда, тем прочнее, тверже зерна и тем они острее. Электрокорунд (таблица 22), применяют для шлифования сталей, чугунов и цветных сплавов.

Таблица 22 .Марки электрокорунда.

Марка	Наименование электрокорунда	Содержание $Al_2O_3, \%$
12А, 13А, 14А, 15А, 16А	Нормальный	93 - 96
22А, 23А, 24А, 25А	Белый	96 - 99
32А, 33А, 34А	Хромистый	91 – 98
37А	Титанистый	91 – 98
38А	Циркониевый	91 – 98
43А, 44А, 45А	Монокорунд	98 - 99
91А, 92А	Хромотитанистый на основе белого электрокорунда	60 - 75
93А, 94А	Хромотитанистый на основе нормального электрокорунда	60 - 75
96А	Магниево-кремниевый	60 - 75

Карбид кремния (SiC) – синтетический абразивный материал, состоящий, в основном, из кристаллов гексагонального карбида кремния, содержание которого колеблется в различных марках материала в пределах 97,5–99% (таблица 23). Карборунд более твердый, но и более хрупкий, чем электрокорунд.

Таблица 23. Марки карборунда.

Марка	Наименование	Содержание SiC, %	Применение
53С, 54С, 55С	Черный	97	Обработка хрупких металлических материалов, цветных сплавов и неметаллов
63С, 64С	Зеленый	99	Заточка твердосплавного режущего инструмента

Карбид бора (B_4C) изготавливают термическим путем из борсодержащего и углеродистого сырья. Содержание в материале B_4C составляет 85–90%. Материал обладает чрезвычайно высокой твердостью и хрупкостью. При нагревании свыше 500 °С окисляется, поэтому используется не для изготовления инструмента, а в виде порошков для доводки твердосплавного инструмента и притирки драгоценных камней.

Кубический нитрид бора (КНБ) – это синтетический сверхтвердый материал, получаемый из гексагональной модификации нитрида бора BN в результате воздействия на него высоких давлений и температур. Отечественной промышленностью материал выпускается под торговой маркой «эльбор», который в зависимости от физико-механических свойств разделяется на марки:

- ЛЮ – обычной прочности;
- ЛП – повышенной прочности;
- ЛКВ – высокопрочный.

Содержание кубического нитрида бора в различных марках эльбора колеблется от 90 до 96%. Как абразивный материал эльбор широко применяют для изготовления шлифовальных кругов различных типов. КНБ близок по твердости к алмазу, при этом более теплостоек (до 1500 °С). Он обладает высокой твердостью, теплостойкостью и малым химическим

сродством к железу, что дает возможность использовать этот материал для обработки высокопрочных и закаленных сталей и прочих сплавов на основе железа.

Алмаз синтетический (АС) получают из графита в специальных камерах при температуре 1200–2400°C и давлении 1,3 ГПа в присутствии катализатора. Алмазы обладают высокой твердостью, теплопроводностью, износостойкостью, режущими свойствами, но недостаточной теплостойкостью (до 800 °С). Их применяют для обработки хрупких материалов, цветных металлов и неметаллических материалов (пластмасс, керамики.). Алмазы имеют высокую адгезию к железу, что является причиной низкой износостойкости при обработке сталей и чугунов. Синтетические алмазы имеют большую остроту режущих кромок по сравнению с природными, поэтому они более производительны.

Для производства инструмента абразивные материалы дробят, измельчают и классифицируют, получая *шлифовальные материалы* определенного размера и формы.

21.3 Зернистость абразивных материалов

Зернистость шлифовальных материалов из электрокорунда, карбида кремния и бора, природных абразивных материалов по ГОСТ 3647–80 (таблица 24), определяется размером абразивных зерен, т. е. группой материала.

Таблица 24. Зернистость абразивных материалов.

Группа материала	Размер зерен, мкм	Обозначение зернистости
Шлифзерно	2000 – 160	200; 160; 125; 100; 80; 63; 50; 40; 32; 25; 20; 16
Шлифпорошки	125 – 40	12; 10; 8; 6; 5; 4
Микропорошки	63 – 10	M63; M50; M40; M28; M14
Тонкие микрошлифпорошки	10 – 3	M10; M7; M5
Особо тонкие микрошлифпорошки	3 - 1	M3; M2; M1

Цифровое обозначение зернистости означает: 200 – соответствует размеру зерен основной фракции 2500–2000 мкм, 160 соответственно 2000–1600 мкм и т. д.; M63 соответствует размеру основной фракции 63–50 мкм; M50 соответственно 50–40 мкм и т. д.

Для *эльбора* существует следующее разделение по группам и обозначение по зернистости:

- шлифзерно Л20 и Л16;
- шлифпорошки Л12, Л10, Л8, Л6, Л5, Л4;
- микропорошки ЛМ63, ЛМ50, ЛМ40, ЛМ28, ЛМ20, ЛМ14;
- тонкие микрошлифпорошки ЛМ10, ЛМ7, ЛМ5, ЛМ3;
- особо тонкие микрошлифпорошки ЛМ1.

Цифровое обозначение зернистости *эльбора* аналогично абразивным материалам:

- Л20 – зерновой состав основной фракции от 250 до 200 мкм;
- Л16 – от 200 до 160 мкм;
- ЛМ63 – зерновой состав основной фракции от 60 до 40 мкм;

- ЛМ50 – от 40 до 28 мкм;
- ЛМ1 – мельче 1 мкм.

Зернистость материала шлифовального круга выбирают в зависимости от размера снимаемого припуска и требуемой шероховатости поверхности (таблица 25).

Таблица 25. Зернистость абразивного материала и вид обработки.

Зернистость	Вид обработки
200–80	Обдирочные операции: зачистка заготовок, отливок, поковок, штампованных заготовок
80–50	Плоское шлифование торцом круга, заточка средних и крупных резцов, правка абразивного инструмента, отрезка
50–25	Черновое и комбинированное шлифование с припусками 0,5–1,0 мм, заточка режущего инструмента
32–16	Чистовое шлифование с припусками 0,2–0,3 мм, обработка профильных поверхностей, заточка мелкого инструмента, шлифование хрупких материалов
12–6	Отделочное шлифование, доводка твердых сплавов, доводка режущего инструмента, предварительное хонингование, заточка тонких лезвий
6–М28	Тонкое шлифование с припусками 0,05–0,10 мм металлов, стекла, мрамора и т. п.
М40 и мельче	Суперфиниширование, окончательное хонингование, доводка, полирование

21.4 Виды связки абразивных материалов

В качестве связок, применяемых для закрепления зерен в абразивном инструменте, могут применяться:

- неорганические вещества (керамические, магнезиальные, силикатные, металлические);

- органические вещества природные (шеллаковые связки) и синтетические (бакелитовые, вулканитовые, эпоксидные, глифталевые связки);

- комбинации органических и неорганических веществ (металлоорганические, металлокерамические и другие виды).

Связка абразивного инструмента (таблица 26), в значительной степени обуславливает интенсивность съема материала заготовки, качество обработки, износ инструмента и экономичность операции. Основными видами связок для производства шлифовальных кругов являются керамические (К), бакелитовые (Б), вулканитовые (В) и металлические (М).

Таблица 26. Виды связки абразивного инструмента

Обозначение	Основные компоненты	Область применения
Связки для абразивных инструментов		
Керамическая, К	Глина, кварц, полевой шпат, жидкое стекло	Все виды шлифования (за исключением скоростной обдирки, разрезания и прорезания узких пазов)
Силикатная, С	Жидкое стекло, наполнители	Плоское шлифование закаленной стали, заточка инструментов с тонкими режущими лезвиями
Магнезиальная, М	Каустический магнезит, раствор хлористого магния	Заточка топоров, столовых ножей, напильников, лезвий безопасных бритв
Бакелитовая, Б	Фенолформальдегидная смола	Плоское шлифование, обдирочное шлифование, отрезание и прорезание пазов, заточка инструментов, круглое наружное шлифование, хонингование, резьбошлифование
Глифталевая,	Синтетическая	Отделочное шлифование деталей из

Г	смола из глицерина и фталевого ангидрида	закаленной стали
Вулканитовая, В	Каучук, вулканизирующие добавки	Отделочное шлифование и полирование, чистовые операции, отрезание, прорезание, шлифование пазов, ведущие круги при бесцентровом шлифовании
Связки для алмазных абразивных инструментов		
Органическая, О	Наполнитель: абразивные порошки, порошки металлов, органические смолы	Чистовое шлифование твердых сплавов, закаленных сталей, заточка инструментов, суперфиниширование. Алмазные круги из порошка марки АСО. Они работают в режиме самозатачивания и не требуют частой правки
Металлическая, М	Медь, олово, алюминий, абразивные порошки	Шлифование твердых сплавов, керамики, оптического стекла, ферритов, драгоценных камней, бетона; заточка твердосплавных инструментов; хонингование закаленных сталей и чугуна, хромовых покрытий, алюминиевых сплавов. Круги из алмазных порошков марок АСР и АСВ.
Керамическая, К	Металлический порошок, глина	Шлифование быстрорежущей стали. Алмазные круги изготавливают из порошков марки АСР

Керамические связки характеризуются высокой теплостойкостью, прочностью, хрупкостью, жесткостью и химической стойкостью. Для

производства керамических связок используют глину, полевошпатовые материалы, стекло.

Бакелитовые связки имеют высокую прочность и низкую теплостойкость. Основу связки составляет бакелит в виде порошка (смесь новолачной смолы с уротропином) или жидкости (жидкая резональная смола). Бакелитовые связки применяют для изготовления инструмента, имеющего высокую самозатачиваемость (обдирочные, отрезные круги).

Вулканитовая связка – это вид резины (провулканизированная смесь каучука с серой и другими наполнителями). Инструмент на вулканитовой связке, обладая повышенной эластичностью, в процессе шлифования деформируется, что снижает интенсивность его самозатачивания и повышает полирующий эффект.

Металлические связки применяют при производстве инструмента из эльбора марки ЛКВ. В состав металлических связок входят порошки меди, олова, железа, титана, ванадия и других металлов.

21.5 Твердость абразивного инструмента

Твердость абразивного инструмента характеризует способность связки сопротивляться вырыванию абразивных зерен с поверхности инструмента под влиянием сил резания. Чем тверже круг, тем большая сила необходима, чтобы вырвать зерно из связки, но в то же время в большей степени проявляется склонность инструмента к засаливанию (забивание пор круга стружкой).

Различают следующие степени твердости инструмента (таблица 27 цифры 1, 2 и 3 характеризуют возрастание твердости внутри данной степени).

Таблица 27. Степени твердости инструмента.

BM1, BM2 – весьма мягкий; CT1, CT2, CT3 – средне - твердый;

M1, M2, M3 – мягкий; T1, T2 – твердый;

СМ1, СМ2 – средне - мягкий; С1, С2 – средний;

ЧТ – чрезвычайно твердый; ВТ – весьма твердый;

При выборе абразивных кругов по твердости учитывают материал обрабатываемой детали, вид шлифования, зернистость шлифматериала круга, размеры и профиль рабочей поверхности круга, наличие смазывающе - охлаждающей жидкости (СОЖ), режимы резания и т.д. Обычно для мягких материалов выбирают твердый круг, а для твердых материалов – мягкий.

При выборе абразивных кругов по твердости учитывают материал обрабатываемой детали, вид шлифования, зернистость шлифматериала круга, размеры и профиль рабочей поверхности круга, наличие смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ), режимы резания (таблица 28). Обычно для мягких материалов выбирают твердый круг, а для твердых материалов – мягкий.

Таблица 28. Применение абразивного инструмента в зависимости от степени твердости.

Степень твердости	Область применения
ВМ1, ВМ2, М1, М2, М3, СМ1, СМ2	Плоское шлифование торцом круга (на бакелитовой связке), периферией круга (на керамической связке); шлифование и заточка инструмента из твердых сплавов, минералокерамики. Тонкое шлифование, резьбошлифование, зубошлифование, суперфиниширование. Шлифование закаленных сталей, цветных сплавов
СМ2, С1, С2	Чистовое шлифование (круглое, плоское, внутреннее, бесцентровое) закаленной стали; шлифование резьб с крупным шагом. Обдирочное шлифование торцом круга
С2, СТ1, СТ3	Шлифование (круглое, бесцентровое, профильное, резьбошлифование) незакаленных, углеродистых и леги-

	рованных сталей и сплавов; плоское шлифование сегментами; хонингование
СТ1, СТ2, Т1, Т2	Обдирочное шлифование, шлифование фасонных профилей, прерывистых поверхностей, отрезные работы, зачистка поковок и отливок, ведущие круги для бесцентрового шлифования, хонингование закаленных сталей
ВТ, ЧТ	Обдирочное шлифование, правка абразивных кругов методом обкатки и шлифования. Шлифование заготовок с малым припуском, шлифование шариков для подшипников

21.6 Структура абразивного инструмента

Структура абразивного инструмента – это соотношение объемов шлифовального материала, связки и пор в абразивном инструменте. Чем больше номер структуры, тем меньше зерен и больше пор. Чем больше суммарный объем пор и чем крупнее сами поры, тем эффективнее удаляется стружка при резании, лучше охлаждается место контакта инструмента и детали, быстрее идет самозатачивание инструмента. В то же время инструмент с высоким содержанием пор менее прочен и подвергается большему износу. Таким образом, для каждой конкретной операции шлифования необходимо подбирать инструмент со строго заданной структурой.

Различают четыре группы по структурам абразивного инструмента:

- № 1–4 – закрытые (плотные) структуры;
- № 5–8 – средние;
- № 9–12 – открытые;
- № 13 и более – высокопористые.

Структуру шлифовального круга выбирают, исходя из следующих

рекомендаций:

- № 4–6 – для черновой обработки;
- № 6–8 – для получистовой и чистовой обработки;
- № 10–12 – для профильной обработки.

21.7 Классы неуравновешенности, точности и рабочие скорости шлифовальных кругов

Как любое тело вращения, шлифовальные круги обладают неуравновешенностью. В зависимости от допустимых неуравновешенных масс устанавливаются четыре класса неуравновешенности шлифовальных кругов (ГОСТ 3060–86). Классу 1 соответствует минимальная, а классу 4 – максимальная неуравновешенность круга.

В соответствии с ГОСТ 2424–83 круги изготавливают трех классов точности: АА, А и Б. Класс точности круга должен соответствовать классу его неуравновешенности согласно таблице 29.

Таблица 29.

Класс точности	АА	А	Б
Класс неуравновешенности	1	1 -2	1 - 3

Выбор класса точности шлифовальных кругов зависит от вида операции и требований к точности обрабатываемых деталей. Для большинства видов шлифования точных деталей, а также для шлифования с повышенными скоростями рекомендуется применять круги класса А, для зубошлифования и обработки высокоточных деталей – круги класса АА.

Прочность круга и степень его неуравновешенности должны гарантировать безопасную работу при шлифовании. Абразивный инструмент в зависимости от типоразмера и вида связки может применяться для работы при скоростях от 15 до 120 м/с. Круги, изготовлен-

ные для рабочих скоростей свыше 60 м/с, маркируются (кроме кругов диаметром менее 250 мм и эльборовых) цветной полосой согласно таблице 30.

Таблица 30.

Цвет полосы	Желтый	Красный	Зеленый	Синий и зеленый
Рабочая скорость, м/с	60	80	100	125

21.8 Маркировка шлифовальных кругов

Характеристика абразивного инструмента в виде условного обозначения обязательно указывается в нормативно-технической документации.

Так, например, в соответствии с ГОСТ 2424–83 шлифовальный круг обозначается

1 500 x 50 x 305 24A 10 C2 7 K 35 м/с А 1 кл ГОСТ 2424–83,

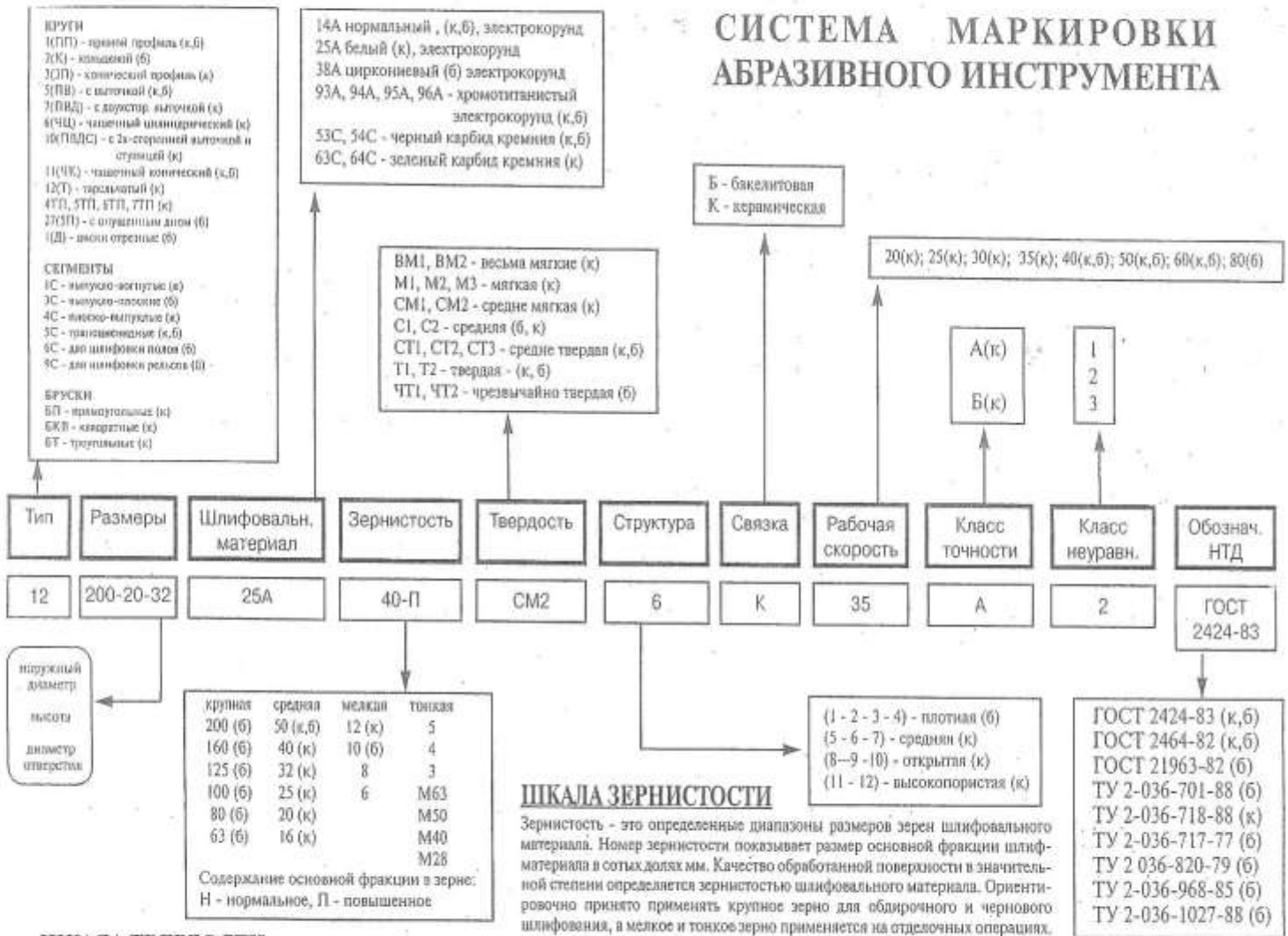
что означает: круг плоский прямого профиля тип 1 с наружным диаметром $D = 500$ мм, высотой $T = 50$ мм, диаметром посадочного отверстия $H = 305$ мм, выполнен из белого электрокорунда марки 24А, зернистостью 10, степенью твердости С2, номером структуры 7 (средней), на керамической связке К, для работы со скоростью 35 м/с, класса точности А, 1-го класса неуравновешенности.

Пример условного обозначения шлифовального круга из эльбора:

1 А1 250 x 16 x 76 x 5 ЛП Л12 С2 К 7 100,

где *1А1* – круг плоский прямого профиля, диаметр $D = 250$ мм, высота $T = 16$ мм, посадочное отверстие $H = 76$ мм, ширина эльборсодержащего слоя $S = 5$ мм, эльбор повышенной прочности ЛП, зернистость 12, твердость С2, керамическая связка К, структура 7, концентрация эльбора 100%.

СИСТЕМА МАРКИРОВКИ АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА



ГОСТ 2424-83 (к,б)
 ГОСТ 2464-82 (к,б)
 ГОСТ 21963-82 (б)
 ТУ 2-036-701-88 (б)
 ТУ 2-036-718-88 (к)
 ТУ 2-036-717-77 (б)
 ТУ 2-036-820-79 (б)
 ТУ 2-036-968-85 (б)
 ТУ 2-036-1027-88 (б)

ПРИМЕЧАНИЕ
 (к) - инструмент на керамической связке
 (б) - инструмент на бакелитовой связке

Отрезной круг диаметром $D = 400$ мм, высотой $T = 4$ мм, диаметром посадочного отверстия $H = 51$ мм, из нормального электрокорунда марки 14А, зернистостью 40, звуковым индексом 41, с бакелитовой связкой с упрочняющим элементом БУ, рабочая скорость 80 м/с, 2 кл. точности:

400 х 4 х 51 14А 40 41 БУ 80 м/с 2 кл ГОСТ 21963-82.

Аналогичный принцип обозначения характеристик применяется и для других видов абразивного инструмента.

21.9 Шлифовальная шкурка

Шлифовальная шкурка выпускается на бумажной и тканевой основе в виде листов, лент, дисков, кругов и т. д.

Шкурка абразивная тканевая (ГОСТ 5009–82) выпускается двух типов:

1 – для машинной обработки неметаллических материалов, металлов и сплавов низкой твердости и для ручной обработки различных материалов;

2 – для машинной и ручной обработки твердых и прочно-вязких материалов.

В качестве основы применяют хлопчатобумажные ткани, имеющие соответствующее обозначение по ГОСТ 3357–82:

- ЛОГ – саржа легкая гладкая;
- Л1 – саржа легкая № 1 суровая;
- Л2Г – саржа легкая № 2 гладкая;
- С2 – саржа средняя № 2 суровая и т. д.

Шлифовальный материал связывается с основой мездровым клеем (М), комбинированной связкой (К) или другими связующими. Шкурка выпускается в рулонах шириной 725; 740; 770; 800 и 830 мм и длиной 30 и 50 м. В зависимости от дефектов на поверхности шкурки она маркируется классом А, Б, и В.

Пример условного обозначения абразивной тканевой шлифовальной шкурки типа 2, шириной 830 мм, длиной 50 м, на сарже средней № 2 суровой, из белого электрокорунда марки 24А, зернистостью 40, на мездровом клее, класса А:

2 830 x 50 С2 24А 40 М А ГОСТ 5009-82.

Шкурку шлифовальную тканевую водостойкую (ГОСТ 13344–79) также выпускают двух типов: однослойной (О) и двухслойной (Д).

Шкурку поставляют в рулонах. В качестве основы применяют саржу утяжеленную № 1 и № 2 гладкокрашеную (условное обозначение У1Г, У2Г), среднюю № 1 и № 2 гладкокрашеную (С1Г, С2Г), саржу специальную

прочную (СП) и полудвунитку гладкокрашеную (П). В качестве связующего используются фенолформальдегидные смолы СФЖ-3038 и СФЖ-3039 и лак ЯН-153.

Пример условного обозначения водостойкой тканевой двухслойной шлифовальной шкурки типа 2 в рулоне:

Д2 820 x 20 У1Г 63С 40 СФЖ А ГОСТ 13344–79.

Шкурка шлифовальная бумажная (ГОСТ 6456–82) выпускается двух типов:

1 – для машинной и ручной обработки неметаллических материалов (дерева, кожи, резины, пластмассы и т. п.);

2 – для машинной и ручной обработки металлов и сплавов.

Шлифовальная шкурка выпускается в рулонах со следующими видами рабочего слоя: С – сплошной, Р – рельефный. В качестве основы применяют бумагу по ГОСТ 18277–82 с условным обозначением П1–П11.

Пример условного обозначения бумажной шлифовальной шкурки типа 1, со сплошным рабочим слоем С, шириной 1000 мм, длиной 50 м, на бумаге П2, из нормального электрокорунда марки 15А, зернистости 25, на мездровом клее М, класса А:

1С 1000 x 50 П2 15А 25 М А ГОСТ 6456–82.

Шкурка шлифовальная бумажная водостойкая (ГОСТ 10054–82) предназначена для абразивной обработки различных материалов с применением СОЖ. Выпускается в рулонах и листах. В качестве основы применяется влагопрочная бумага (условное обозначение М) и влагопрочная с полимерным латексным покрытием (Л1, Л2). Шлифзерно связывается с основой лаками марок ЯН-153, ПФ-587 и другими водостойкими связками.

Пример условного обозначения водостойкой шлифовальной шкурки в рулоне шириной 750 мм, длиной 50 м, на влагопрочной бумаге М, из зеленого карбида кремния 64С, зернистостью 16, со связкой ЯН-153, класса А:

750 x 50 М 64С 16 ЯН А ГОСТ 10054–82.

То же для шлифовального листа шириной 230 мм, длиной 280 мм:

Л 230 х 280 М 64С 16 ЯН А ГОСТ 10054–82.

К изделиям из шлифовальной шкурки относятся: бесконечные (склеенные) шлифовальные ленты, шлифовальные ленты, конуса, кольца, диски, лепестковые круги.

22 Понятие о допуске и припуске. Определение. Примеры

Размерная точность - это степень соответствия изготовленной детали заданным размерам.

На чертеже указывается **номинальный размер**, определяющий величину элементов детали. Относительно, этого размера определяются отклонения.

Изготовить изделие абсолютно точно невозможно в связи с:

- погрешностями настройки;
- износом режущего инструмента;
- изнашиванием механизмов станка;
- неточностью измерений и т.д.

Обработанная деталь имеет размер несколько больше или несколько меньше номинального размера.

Глубина резания T мм - толщина срезаемого слоя металла.

Для снятия всего припуска на обработку проводится один или несколько проходов с глубиной T мм.

Припуск - весь слой металла, подлежащий удалению при обработке.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется **допуском**.

Поле допуска - поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера.

Предельное отклонение может быть:

- положительным;
- отрицательным.

Положительное отклонение,

- если предельный размер больше номинального, обозначается знаком «+».

Отрицательное отклонение,

- если предельный размер меньше номинального, обозначается знаком «-».

Верхним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным размером и номинальным размером.

Нижним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наименьшим предельным размером и номинальным размером.

Действительный размер - размер, установленный измерением.

Для обеспечения сборки деталей, их взаимозаменяемости, надежности и долговечности изделий необходимо, чтобы действительный размер детали находился в пределах наибольшего и наименьшего предельного размера.

Схема обозначений приведена на рисунке 15.

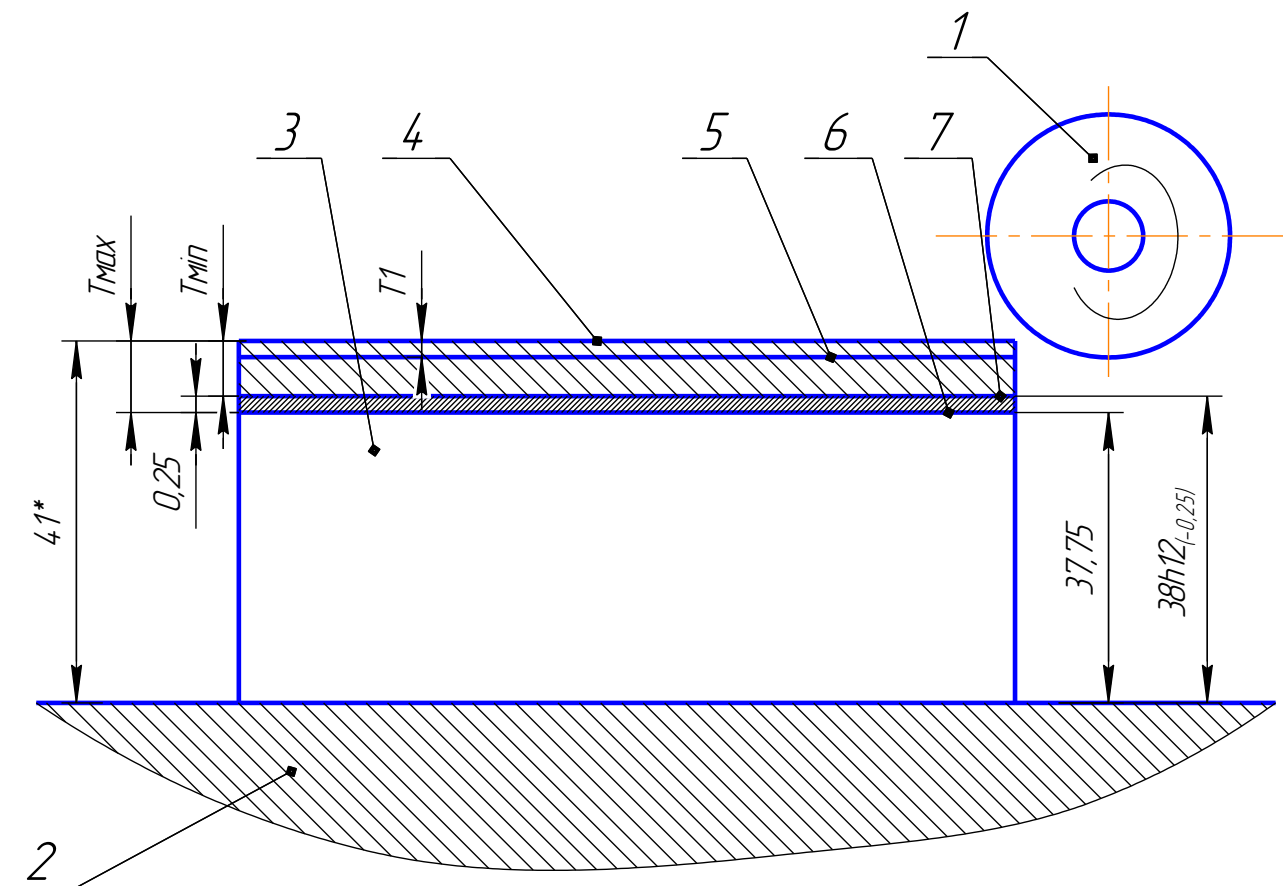


Рисунок 15

1. Режущий инструмент (шлифовальный круг);
2. Поверхность стола (приспособления);
3. Обрабатываемая деталь;
4. 41^* - Размер заготовки
5. T_1 - Величина припуска удаляемого за один проход;
6. Размер детали после первого прохода;
7. Минимальный размер детали;
8. Максимальный размер детали;

Размер – 0,25мм – соответствует величине **допуска** на изготовление согласно чертежу $38h12_{(-0.25)}$.

T_{\max} – максимальный **припуск** на обработку детали.

T_{\min} – минимальный **припуск** на обработку детали.

Примерный выбор шлифовальных кругов в зависимости от точности обработки и параметров шероховатости.

Величину зернистости выбирают в зависимости от толщины снимаемого слоя, требуемой чистоты поверхности и точности обработки (таблица 32).

Таблица 32.

Обнаждачива- Зернистость	Припуск мм	Точность обработки, мм		Шероховатость
		Отклонение от прямолинейности или плоскостности на всю длину или ширину поверхности	Среднее отклонение от заданного размера	
Крупная	> 1	> 0,20	> 0,3	$R_z 80 \dots 40$
Средняя	0,5...1	0,15...0,20	0,2...0,3	$R_z 40 \dots 20$
Мелкая	0,15...0,3	0,03...0,06	0,05...0,1	$R_a 10 - 2,5$
Тонкая	0,05...0,1	0,02...0,03	0,02...0,05	$R_a 1,25 \dots 0,32$

23 Норма выработки. Определение

Нормы выработки — устанавливают необходимый объем изготовления продукции за соответствующий плановый период рабочего времени. Величина нормы определяет в натуральных измерителях (штуках, метрах и других единицах) плановый результат работы за смену, час или иной отрезок времени.

Нормированные производственные задания — устанавливают одному работнику или бригаде плановые объемы и номенклатуру изготавливаемой продукции, выполняемых работ или услуг за данный период рабочего времени (смену, неделю, месяц, квартал).

Величина производственных заданий измеряется в натуральных, трудовых, стоимостных единицах (штуках, тоннах, норма-часах, норма-рублях). Различают нормы и нормативы, регламентирующие затраты:

1) *рабочего времени* — устанавливают величину затрат рабочего времени на выполнение единицы работы одним или несколькими работниками;

2) *рабочей силы* — определяют величину расхода физической и нервной энергии человека в единицу рабочего времени или на одно изделие.

Нормы затрат физической и умственной энергии определяют допустимые показатели темпа или скорости работы человека, интенсивности труда, расхода человеческой энергии, степени занятости работников, уровня их утомления, тяжести труда и т. п.

Они используются для планирования оптимальных условий труда работников, обоснования нормативной интенсивности труда, а также снижения тяжести труда и установления норм компенсационных доплат при работе в неблагоприятных условиях труда.

По степени их дифференциации нормы и нормативы могут устанавливаться на отдельные элементы трудовых, технологических и производственных процессов: микроэлементные нормативы на трудовые движения

и трудовые действия или укрупненные на трудовой прием, комплекс трудовых приемов, технологическую операцию, технологический процесс, производственный процесс.

По видам затрат рабочего времени нормативы и нормы подразделяются на следующие категории:

- основного или машинного времени T_o ;
- вспомогательного времени $T_{всп.} = T_{уст.} + T_{пер.} + T_{изм.}$;
- оперативного времени $T_{оп.} = T_o + T_{всп.}$;
- времени обслуживания рабочего места, отдых и естественные потребности $T_{обсл.}$ принимается в % от $T_{оп.}$;
- норма штучного времени $T_{шт.} = T_o + T_{всп.} + T_{обсл.}$
- подготовительно-заключительного времени $T_{пз.}$ принимается по нормативам на наладку оборудования, получение задания и т. д.

Норма штучно калькуляционного времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + T_{пз.}/n:$$

где n – производственная партия деталей (за смену).

Для повышения качества норм и нормативов, важное значение, имеют методы их разработки и применения.

24 Чтение чертежей и технической документации

Конструкторская и технологическая документация необходима для изготовления изделий.

Изделие - предмет производства, подлежащий изготовлению на предприятии.

Имеются следующие основные виды изделий - детали и сборочные единицы.

Деталь - изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

Пример: детали цангового патрона (корпус, цанга, гайка).

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями.

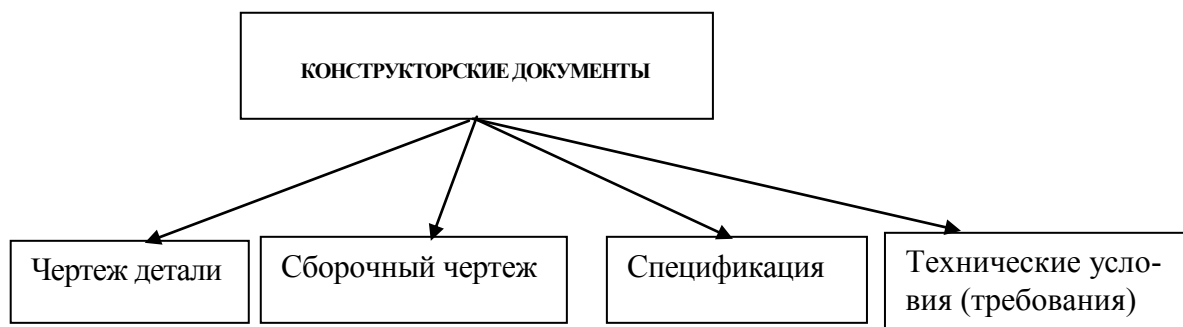
Пример: цанговый патрон в сборе.



24.1 Виды конструкторских документов

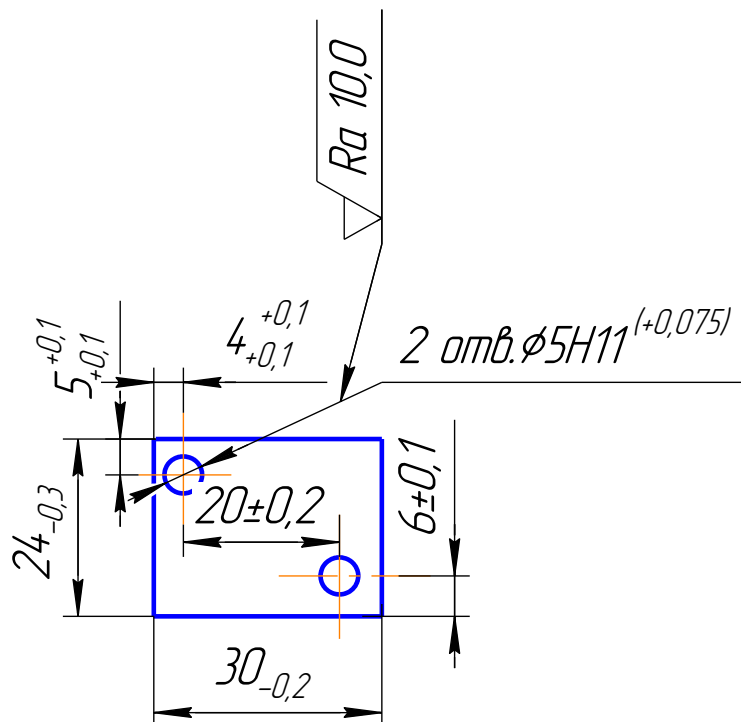
Оформление конструкторской документации производится в соответствии с Единой Системой Конструкторской Документации (ЕСКД).

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы.



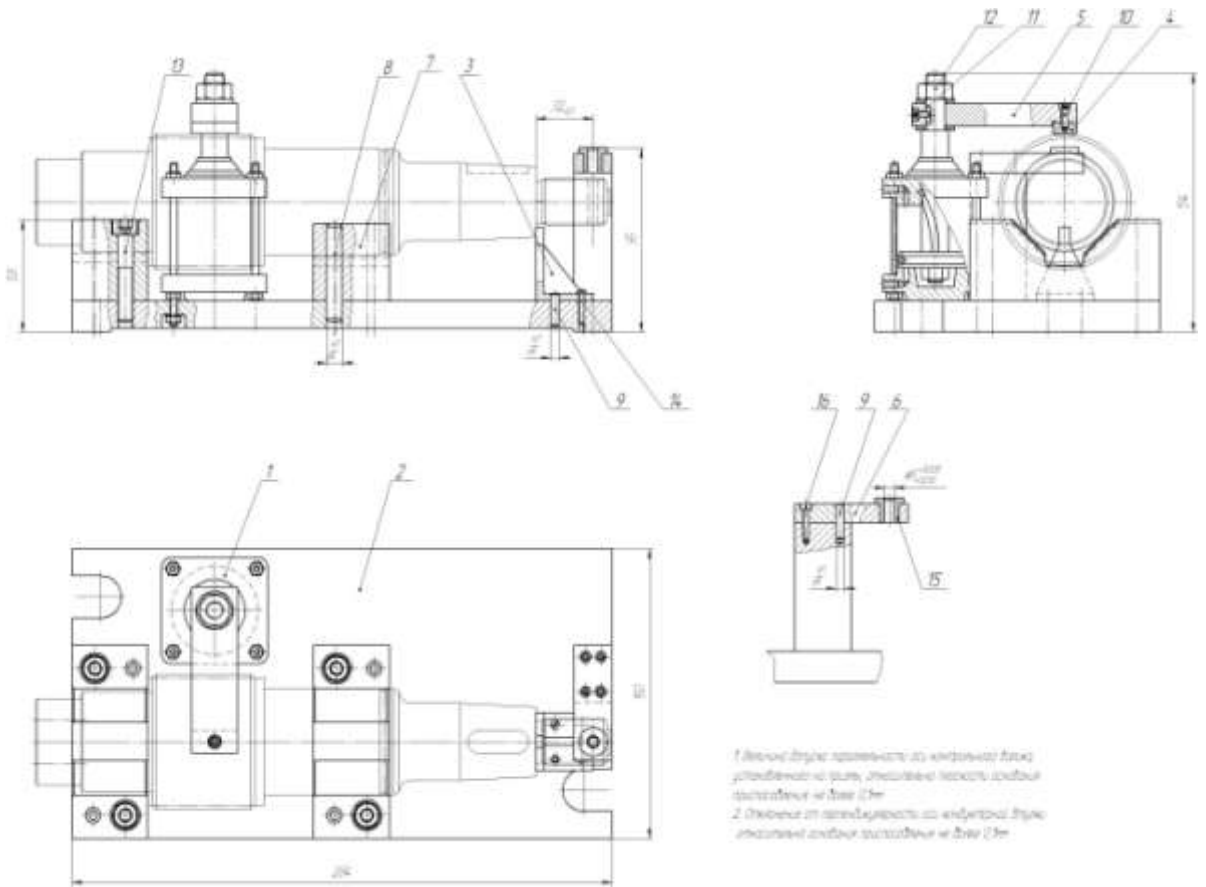
Чертеж детали - документ, содержащий графическое изображение детали с указанием размеров и других данных, необходимых для изготовления и контроля детали.

Чертеж планки



Сборочный чертеж - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Сборочный чертеж приспособления



Спецификация - документ, определяющий состав сборочной единицы.

Формат	Возраст	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
				<u>Сборочный чертеж</u>		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1		Пневмоцилиндр	1	
				<u>Детали</u>		
		2		Основание	1	
		3		Упор	1	
		4		Прижим	1	
		5		Коромысло	1	
		6		Планка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Призма ГОСТ 12195-66	2	
		8		Штифт 8x50	4	
				ГОСТ 3128-70		
		9		Штифт 4x18	4	
				ГОСТ 3128-70		
		10		Винт МЗ-6дх10.109	1	
				ГОСТ 11738-84		
		11		Винт МЗ-6дх6.109	1	
				ГОСТ 11738-84		
		12		Гайка М10-6Н04	1	
				ГОСТ 5915-70		
		13		Винт М8-6д X 50.109	4	
				ГОСТ 11738-84		
		14		Винт АМЗ-6дх16.109	2	
				ГОСТ 174 73-80		
		15		Втулка	1	
				ГОСТ 26233-84		
		16		Винт АМЗ-6дх16.109	2	
				ГОСТ 174 73-80		

Технические **условия** (ТУ) - документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке.

Технические условия часто приводятся на чертеже в виде технических требований.

На металлорежущих станках изготовление детали производится в соответствии с её изображением на рабочем чертеже.

На рабочем чертеже представлены:

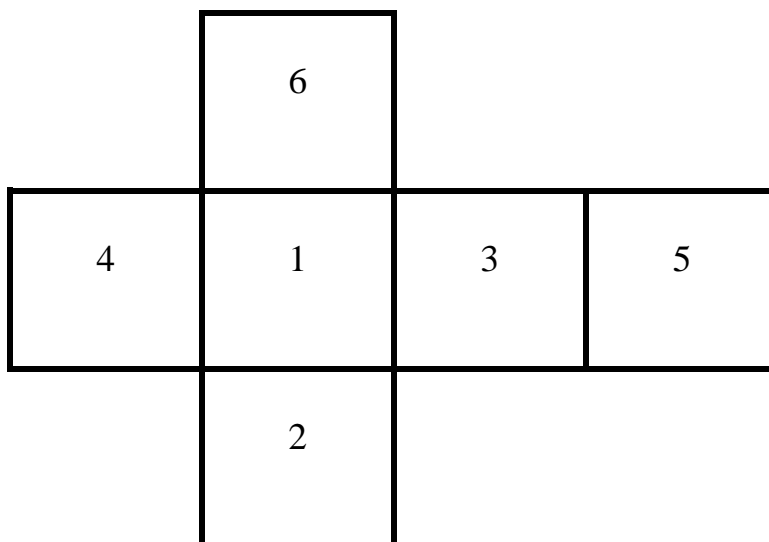
- изображение детали;
- обозначение материала;
- размеры поверхностей и их предельные отклонения;
- допуски формы и расположения поверхностей;
 - шероховатость поверхностей;
 - технические требования.

Изображения

Правила изображения предметов установлены ГОСТ 2.305-68. Изображения – это:

виды; разрезы; сечения; виды по направлению стрелок; выносные элементы.

Основные виды располагаются на чертеже и называются так:



1 – вид спереди (главный вид);

2 – вид сверху;

3 – вид слева;

4 – вид справа;

5 – вид сзади;

6 – вид снизу.

Обычно на чертежах деталей содержатся три вида: вид спереди, вид сверху и

вид слева и они составляют комплексный чертёж детали. В чертежах деталей для токарей зачастую достаточно одного вида.

Разрезы бывают простыми или сложными.

К простым относятся:

фронтальные (расположены на месте главного вида);

профильные (обычно располагаются на месте вида слева или справа);

горизонтальные (обычно расположены на месте вида сверху).

Также могут встречаться *местные разрезы* (для ограниченного участка детали) и *наклонные* (секущая плоскость не параллельна ни одной из основных плоскостей).

Сложные разрезы встречаются реже и бывают двух видов: *ломанные* (секущие плоскости расположены под углом друг к другу) и *ступенчатые* (секущие плоскости параллельны друг другу).

Сечения выглядят как разрезы, единственное их отличие в том, что на сечении показывают только то, что попало в секущую плоскость, а на разрезах, кроме изображения того, что попало в секущую плоскость, показывается то, что видно за ней (т. е. часть оставшегося после рассечения плоскостью вида детали).

Виды по направлению стрелок (А, Б и т.д) – показывается только то, что видно на предмете по направлению стрелки.

Выносные элементы – дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и т.д. (рис. 1 выносной элемент Б)

Материалы

В машиностроении применяются металлы и их сплавы: различные марки сталей, чугуны и цветные металлы и их сплавы (латуни, бронзы, силумины и дюралюминий).

Если деталь изготавливается из проката (круг, квадрат, шестигранник и др.), то его обозначение выполняется например:

Круг —————; что означает – сталь круглая, диаметром 10 мм, с поверхностью по точности прокатки А1, немерной длины (НД), кривизна по классу II ГОСТ 2590-2006;

Марка материала - сталь 20, нагартованная (Н), категории 4 по контролируемым механическим свойствам, для обработки резанием.

Их условные обозначения указываются в основной надписи, которая находится в правом нижнем углу чертежа.

Размеры и их предельные отклонения

Правила нанесения размеров и предельных отклонений устанавливаются ГОСТ 2.307-68.

Размеры на чертеже указываются с их предельными отклонениями, если рядом с номинальным размером отсутствуют значения предельных отклонений, то они (предельные отклонения) указываются в технических требованиях чертежа записью «Неуказанные предельные отклонения размеров».

Размеры бывают двух видов:

- линейные (измеряются «линейкой» и указываются в мм, причём, единица измерения не пишется);

- угловые (определяют размер углов между линиями и плоскостями, измеряются в градусах (°) и секундах (")); единица измерения указывается обязательно).

Примеры обозначения размеров на чертежах

При простановке линейных размеров на чертежах предельные отклонения к ним могут указываться одним из трёх способов:

- условным обозначением: 30Н8;

- числовым значением: $30^{+0,033}$;
- условным обозначением с указанием числовых значений: $30H8(^{+0,033})$

Каким бы из вышеизложенных способов ни указывались предельные отклонения, означают они одно и то же и читать их следует так:

номинальный размер – 30мм;

предельные отклонения по 8 качеству, что соответствует верхнему предельному отклонению +0,033,

следовательно, наибольший предельный размер будет:

$$30+0,033=30,033\text{мм},$$

а наименьший предельный размер: 30мм, т.к. нижнее предельное отклонение в данном случае равно «0», а потому не указано.

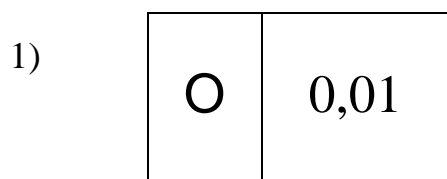
То есть данный размер может быть в пределах от 30мм до 30,033мм.

Допуски формы и расположения поверхностей

Допуски формы и расположения поверхностей указываются не так часто и только на чертежах, где форма поверхности и взаимное расположение поверхностей важны и ответственны.

Допуски формы и расположения поверхностей указываются на чертежах условными обозначениями, размещёнными в прямоугольной рамке согласно ГОСТ 2.308-82.

Например:



Читаться такое обозначение будет:

«допуск круглости поверхности 0,01мм», или «некруглость поверхности не более 0,01мм».

2)

⊥	0,02	A
---	------	---

Читаться данное обозначение будет:

«допуск перпендикулярности поверхности относительно поверхности A 0,02мм»


Шероховатость поверхности


На чертеже детали должна указываться шероховатость поверхностей.


Правила обозначения шероховатости поверхностей устанавливаются ГОСТ2.309-73.

В правом верхнем углу чертежа проставляется обозначение шероховатости поверхности и чтение шероховатости поверхности начинается именно оттуда.

В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков:

 - обозначение шероховатости поверхности, вид обработки которой конструктором не устанавливается;

 – шероховатость поверхности, которая должна быть образована удалением слоя материала (точением, фрезерованием, сверлением, шлифованием и т.д.);

 - шероховатость поверхности, которая должна быть образована без

удаления слоя материала, например, литьём, прокатом, ковкой и т.д. т.е. шероховатость материала в состоянии поставки.

Примеры обозначения и чтения обозначения шероховатости поверхностей:

- если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость, то

обозначение шероховатости $\sqrt{Rz\ 25}$

ставится **ТОЛЬКО** в правом верхнем углу чертежа, а на изображениях детали больше нигде не ставится и читаться это будет так : «*шероховатость всех поверхностей детали – Rz 25 мкм*»

- если в правом верхнем углу стоит знак $\sqrt{(\sqrt{})}$ в обозначении шероховатости, то он читается как: «шероховатость поверхностей детали остается в состоянии поставки (т.е. поверхности детали не обрабатываются), кроме особо указанных на чертеже». Т.е. на изображении указаны значки шероховатости с другими величинами.

- если в правом верхнем углу стоит обозначение $\sqrt{Rz\ 50\ (\sqrt{})}$ то это обозначение читается: «*шероховатость поверхностей детали - Rz 50 мкм, кроме шероховатостей, указанных на чертеже*».

25 Порядок чтения чертежа детали

При изготовлении любой детали основным документом является чертёж детали. Имея чертёж детали, необходимо проанализировать информацию, содержащуюся на изображениях детали, в основной надписи и в технических требованиях.

Чтение чертежа заключается в уяснении по плоским изображениям объёмной формы детали и в определении её размеров, шероховатости поверхностей и других данных, приведённых на чертеже.

Чтение чертежа детали рекомендуется проводить в следующей последовательности:

1. Прочитать основную надпись чертежа. Из неё можно узнать:

- название детали;
- её массу и масштаб изображений;
- наименование и марку материала, из которого её изготавливают;
- обозначение чертежа и другие сведения.

2. Определить какие изображения даны на чертеже, какой вид является главным.

3. Рассмотреть виды во взаимной связи и попытаться определить форму детали со всеми подробностями. Этой задаче помогает анализ изображений. Мысленно деталь разбивают на простые геометрические тела и после объединяют полученные данные в единое целое.

4. Определить по чертежу размеры детали и её элементов. Определить габаритные размеры детали (сборочной единицы).

Указать к каким поверхностям предъявляются самые высокие требования по точности выполняемого размера. При этом необходимо обратить внимание на знаки «Ø» и «R», стоящие перед размерными числами. Найти размерные базы, затем установить наиболее ответственные размеры сопрягаемых элементов (посадочные размеры на сборочных чертежах) и размеры, входящие в размерные цепи, т.е. размеры, для которых обозначены предельные отклонения.

5. Установить параметры шероховатости поверхностей детали. Начинать чтение шероховатости с её указания в правом верхнем углу чертежа.

Указать к каким поверхностям предъявляются самые высокие требования по параметрам шероховатости.

6. Более подробно уяснить все технические требования, которые обуславливают особенность и последовательность работы по чертежу. Выяснить, когда

производится термическая обработка – до механической или после неё.

7. Особое внимание обратить на указания о допусках формы и расположения поверхностей.

8. Уяснить порядок и все рациональные действия, необходимые в процессе изготовления детали для превращения заготовки в готовую деталь.

Для примера предлагается чтение чертежа детали «наконечник», см. рис.1:

1. Деталь называется «Наконечник» (это можно увидеть в основной надписи);

2. Масштаб изображения 1:2, т.е. линейные размеры на чертеже вдвое меньше действительных линейных размеров самого предмета (см. основную надпись);

3. Деталь изготавливается из стали марки 45 по ГОСТ 1050-88 (см. основную надпись);

4. На чертеже мы видим два вида: главный (спереди) и вид слева (он расположен справа от главного вида и на одном уровне с ним) и выносной элемент (Б) в масштабе 2:1;

5. Далее анализируется форма детали, предварительно разбив её на отдельные элементы. Начинается анализ с левого края. На главном виде первый элемент слева имеет трапецевидное очертание, на виде слева этот элемент изображён двумя окружностями. Такие проекции может иметь только усечённый конус.

На главном виде второй элемент выглядит прямоугольником и окружностью на виде слева, также мы видим размер со знаком диаметра, что указывает на его цилиндрическую форму.

Форма третьего элемента устанавливается также при сопоставлении двух его изображений. Этот элемент имеет форму шестиугольной призмы, с обоих концов которой сняты конические фаски (на это указывают кривые линии, проведённые на главном виде, и большие окружности на виде слева, которые получились на детали при снятии конических фасок на шестиугольной призме).

При выяснении формы следующего элемента руководствуемся только его изображением на главном виде и знаком диаметра (на виде слева этот элемент не виден). Прямоугольный контур, осевая линия и знак диаметра указывают на цилиндрическую форму данного элемента.

Последний элемент справа, имеющий очертание трапеции и размер $1 \times 45^\circ$, является усечённым конусом (фаской), т.к. очертание трапеции и размер в виде условной записи характерен для этого элемента.

По штриховым линиям на главном виде и наименьшей окружности на виде слева можно судить, что внутри детали имеется сквозное цилиндрическое отверстие.

6. Объединив все полученные сведения, устанавливаем общую форму предмета.

Она представляет собой сочетание усечённого конуса, цилиндра, шестиугольной призмы с коническими фасками с обеих её концов, цилиндра и усечённого конуса, расположенных на одной общей оси.

Вдоль оси детали проходит сквозное цилиндрическое отверстие.

7. Габаритные размеры детали таковы: длина – 170 мм, наибольший размер шестиугольного элемента – 72,1 мм, диаметр отверстия – 20 мм (см. рис.1).

Самые высокие требования по точности выполняемого размера предъявлены к поверхности $\varnothing 20$).

Большой диаметр первого слева элемента – 48 мм, угол 30° , длина его – 20 мм. Диаметр следующего цилиндрического элемента одинаков с большим диаметром конуса и равен 48 мм, а длина его определяется как разность между 55 и 20, т.е. равна 35 мм.

Два размера элемента детали в форме шестиугольной призмы нанесены на виде слева: между параллельными гранями – 65 мм (размер «под ключ»), между двумя из рёбер – 72,1 мм (диаметр описанной окружности). Длина этого элемента не указана. Она определяется после того, как будут

выдержаны размеры 170,55 и 46 мм. Диаметр правого цилиндра – 50 мм, длина – 46 мм.

Большой диаметр усечённого конуса равен диаметру цилиндра, т.е. 50 мм, высота его – 1 мм, а угол - 45° .

8. Шероховатость поверхности усечённого конуса, расположенного с левого конца детали, $Rz\ 25$, шероховатость находящегося рядом цилиндра диаметром 48 мм – $Ra\ 3,2$. Поверхность цилиндра диаметром 50 мм, расположенного с другого конца детали должна иметь шероховатость также $Ra\ 3,2$. Все остальные поверхности должны иметь шероховатость $Rz\ 50$ (о чём мы можем судить по знаку перед скобками в правом верхнем углу чертежа).

9. Требование по расположению поверхностей:

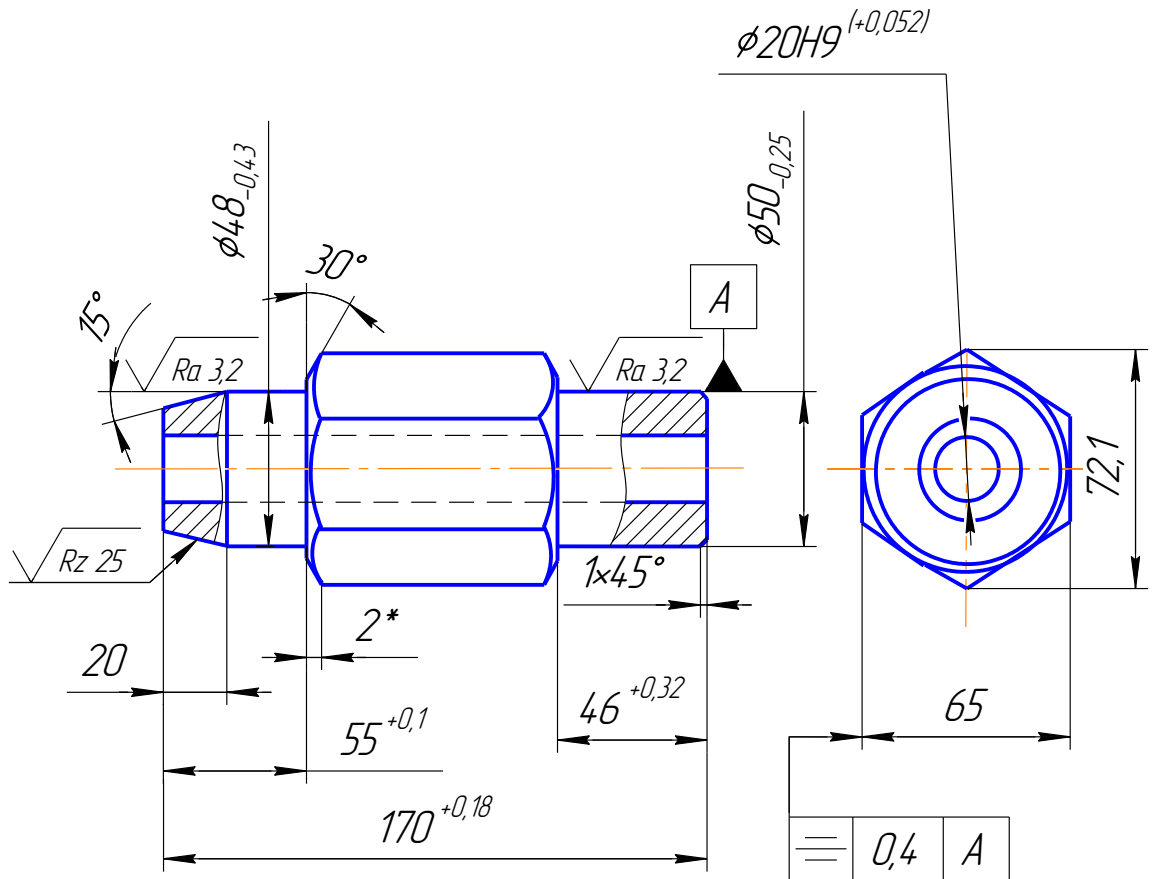
- назначен допуск симметричности поверхностей шестигранника $S=65\text{мм}$, относительно базовой поверхности А - $\varnothing 50_{-0,25}$

ОЖАШДАҢ АЛНАШҢ

$\sqrt{Rz50 (\sqrt{)}$

Перв. примен.

Справ. №



- 1.* Размер для справок
2. Допускается изготавливать из стали 35 ГОСТ1050-88

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Камызин Н.М.			
Пров.	Тюнева Е.А.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.	Гудкова Г.А.			

Чтение чертежа

Наконечник

Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Лит.	Масса	Масштаб
4	0,565	1:2
Лист	Листов 1	

ПЛ №6

Копировал

Формат А4

Рис. 1

Литература

1. Покровский Б.С. Евстигнеев Н.А. Общий курс слесарного дела учебное пособие - М: Издательский центр «Академия», 2009. – 77 с.
2. Покровский Б.С. Гренов Г.С. Слесарь инструментальщик учебное пособие - М: Издательский центр «Академия», 2009. – 55 с.
3. Чекмарев А.А. Осипов В.К. Справочник по черчению. – М Издательский центр «Академия», 2009 – 328 с.
4. Вереина Л.И., Краснов М.М. Справочник станочника: учебное пособие для начального профессионального образования – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.- 560с.
5. Горчакова С.А., Килин В.А., Тарасов В.В. Основы резания металлов: учебное пособие – Владивосток, 2006.- 89 с.
6. Черпаков Б.И. Шлифовщик высокой квалификации: учебное пособие для начального профессионального образования/Б.И. Черпаков, И.Д. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 336 с. Повышенный уровень.
7. Используемый ГОСТ – указаны в тексте.

Отзывы, замечания и предложения читателей