

Лекция 6

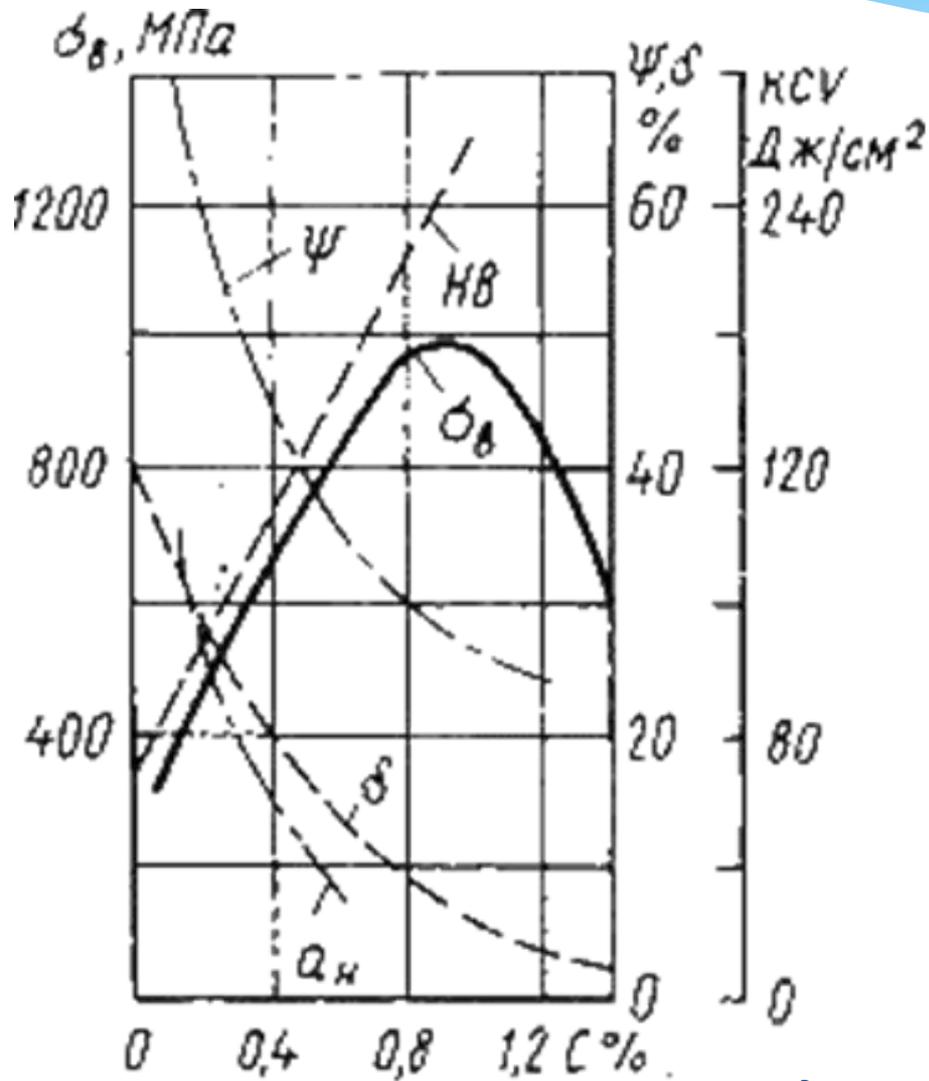
«Углеродистые стали»

Углеродистые стали

- * Сталь – основной материал, широко применяемый в машиностроении, строительстве и других отраслях. Она сравнительно недорога и производится в больших количествах.

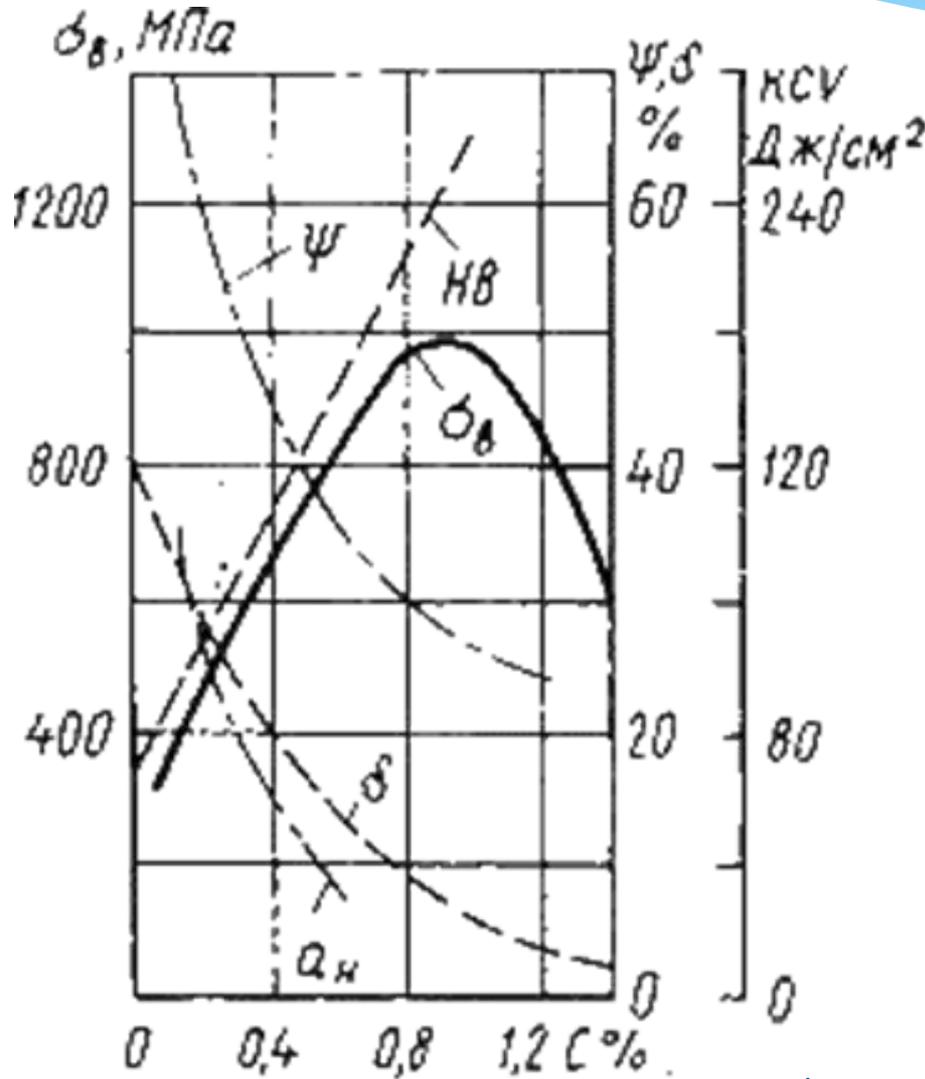


Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали



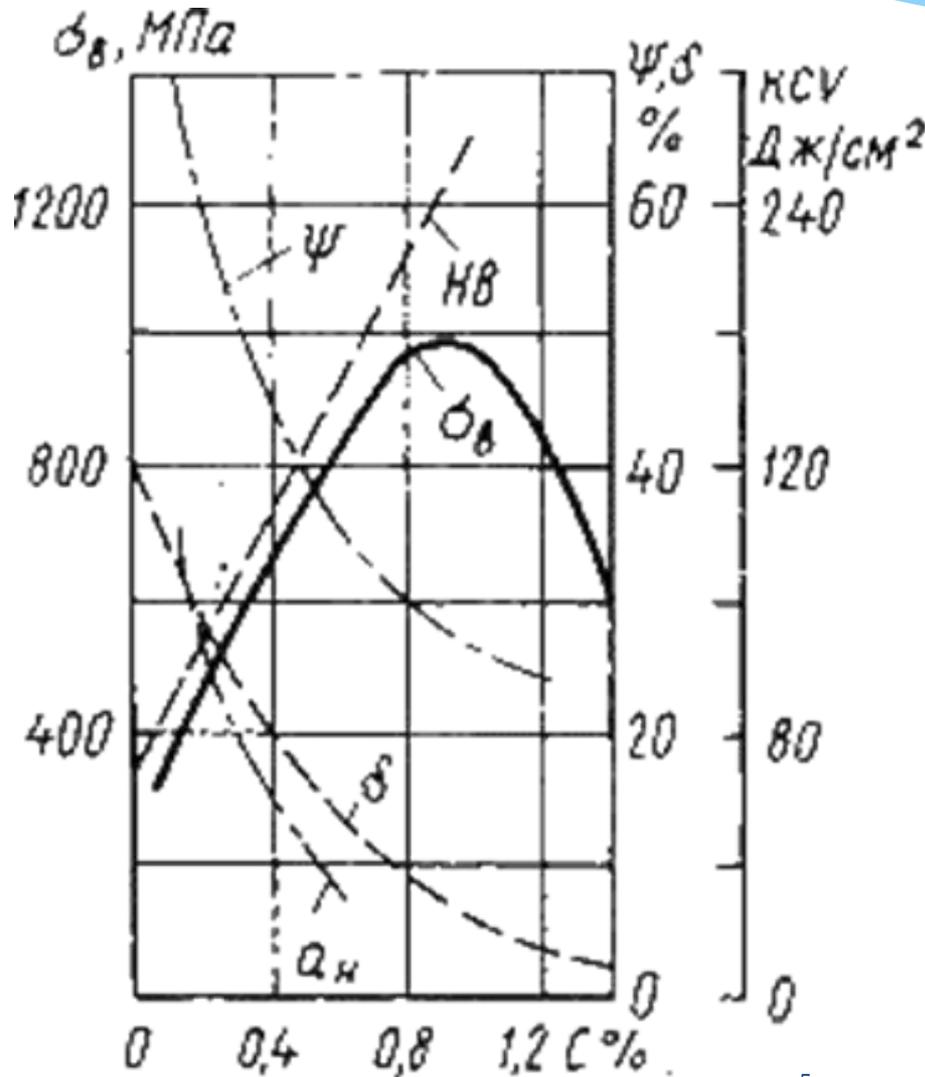
С увеличением в стали углерода возрастает твердость, временное сопротивление, предел текучести, но уменьшается относительное удлинение, относительное сужение, удельная вязкость.

Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали



При содержании в стали углерода более 1% ее твердость возрастает, а временное сопротивление уменьшается. Это объясняется выделением по границам бывшего зерна аустенита вторичного цементита, образующего сплошную сетку. При испытаниях на растяжение в этой сетке возникают высокие напряжения и цементит, будучи хрупким разрушается.

Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали

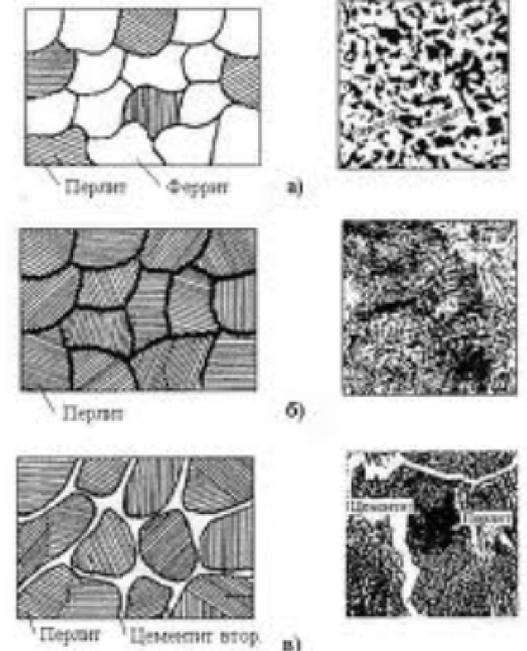


Увеличение содержания углерода сверх 0,4% и уменьшение ниже 0,3% приводит к ухудшению обрабатываемости резанием. Увеличение содержания углерода снижает технологическую пластичность стали при горячей и в особенности при холодной обработке давлением, ухудшает свариваемость.

Углеродистые стали

* **Углеродистая сталь** – многокомпонентный сплав, содержащий кроме железа и углерода ряд постоянных или неизбежных примесей : Mn , Si, S, P, O, N, H и др. которые оказывают влияние на ее свойства. Эти же примеси, только в больших количествах содержатся и в чугунах.

Структура стали, после медленного охлаждения состоит из феррита и цементита.



ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦА И КРЕМНИЯ

- * Содержание кремния в виде примеси составляет обычно до 0,4%, марганца – до 0,5-0,8% .
- * Марганец и кремний переходят в сталь в процессе ее раскисления при выплавке. Они раскисляют сталь, т.е с кислородом закиси железа FeO , в виде окислов переходят в шлак. Раскисление улучшает свойства сталей. Кремний, дегазируя металл, повышает плотность слитка.
- * Кремний сильно повышает предел текучести стали.
- * Марганец повышает прочность стали, не снижая ее пластичности.
- * Марганец уменьшает вредное влияние серы и кислорода.

ВЛИЯНИЕ СЕРЫ

- * **Сера является вредной примесью.** Образуя с железом химическое соединение FeS и реагируя с железом оно образует легкоплавкую эвтектику с температурой плавления 988 оС. Эвтектика образуется даже при очень малых количествах серы. Кристаллизуясь из жидкости, эвтектика располагается по границам зерен, при нагреве стали до температур прокатки иликовки (1000-12000) эвтектика расплавляется, нарушая связь между зернами.

В местах расположения эвтектики возникают надрывы и трещины. Это явление называется **красноломкость**



Т.е. марганец уменьшает красноломкость

- * Сернистые соединения сильно снижают механические свойства, особенно ударную вязкость и пластичность.

Содержание серы не должно превышать 0,035 – 0,06 %

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРА

- * Фосфор – вредная примесь.
 - * Содержание его не должно превышать 0,025 – 0,045 %.
Растворяясь в феррите, фосфор сильно искажает кристаллическую решетку, увеличивает временное сопротивление и снижает пластичность и вязкость.
- Фосфор обладает большой склонностью к ликвации.

ВЛИЯНИЕ АЗОТА, КИСЛОРОДА и ВОДОРОДА

- * Азот и кислород присутствуют в стали в виде хрупких неметаллических включений (например, окислов FeO SiO_2 Al_2O_3 , нитридов, и др.).
- * Они являются концентратами напряжений, сильно понижают предел выносливости, вязкость.
- * Очень вредным является растворенный в стали водород, который сильно охрупчивает сталь. Он приводит к образованию в катанных заготовках и крупных поковках **флокенов**. Это очень тонкие трещины овальной или округлой формы, имеющие в изломе вид пятен – хлопьев серебристого цвета.. Флокены резко ухудшают свойства сталей. Металл, имеющий флокены нельзя использовать в промышленности.

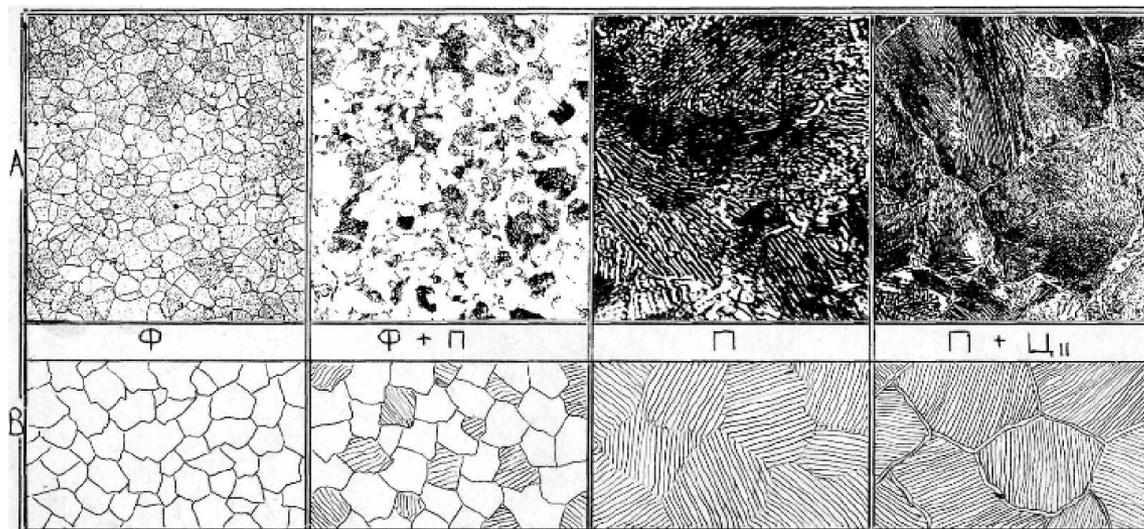
КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ



КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

1. по химическому составу они могут быть:

- * -низкоуглеродистыми (менее 0,3 % C)
- * -среднеуглеродистые (0,3-0,6 % C)
- * -высокоуглеродистые (свыше 0,7 % C)



КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

2. по качеству:

- * -стали обыкновенного качества
- * -качественные
- * -высококачественные

- * Под *качеством стали* понимают совокупность свойств, определяемых металлургическим процессом ее производства.
- * Это и однородность химического состава, строения, свойств, а также ее технологичность – все это зависит от содержания в стали газов – кислорода, азота и водорода, а также таких вредных примесей как сера и фосфор.

КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Нормы содержания

- * Стали обыкновенного качества содержат до 0,06% серы и 0,07 % фосфора
- * Качественные стали - не более 0,04 % серы и 0,03 % фосфора
- * Высококачественные - не более 0,025 % серы и 0,025 % фосфора
- * Особовысококачественные - не более 0,015 % серы и 0,025 % фосфора

**3. По способу производства:
стали подразделяются на:**

- * Бессемеровскую**
- * Мартеновскую**
- * Кислородно-конвертерную**
- * Электростали**

КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

* 4. По способу раскисления и характеру затвердевания

* -Спокойные (СП)

* -Полуспокойные (ПС)

* -Кипящие (КП)

* **Раскисление** – это процесс удаления из жидкого металла кислорода, проводимый для предотвращения хрупкого разрушения стали при горячей деформации.

* Спокойные стали – раскисляют марганцем, кремнием, алюминием. Они содержат мало кислорода и затвердевают спокойно без газовыделений.

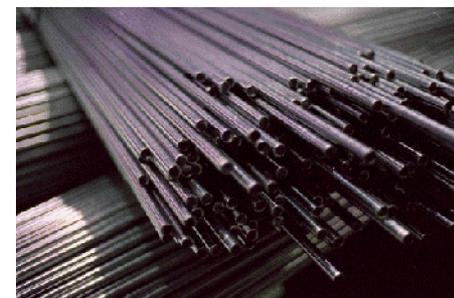
* **Кипящие стали** – раскисляют только марганцем. Перед разливкой в них содержится повышенное количество кислорода, который при затвердевании, частично взаимодействия с углеродом, удаляется в виде СО. Выделение пузырей СО создает впечатление кипения стали, с чем и связано ее название.

* Кипящие стали дешевы и практически без кремния, но с повышенным количеством газообразных примесей.

* **Полуспокойные стали** – промежуточные между КП и СП.

КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

- * **5. По назначению стали подразделяются на:**
- * **-конструкционные** – (идущие для изготовления деталей машин и приборов, конструкций, подвергающихся механическим нагрузкам). Основное требование, предъявляемое к ним – конструкционная прочность. Как правило, они содержат до 0,6 % С
- * **-инструментальные** – (идущие для изготовления инструментов) Главное требование – высокая твердость и износостойкость. Содержание углерода в них как правило более 0,6% С.



КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

- * На долю углеродистых сталей приходится 80% от общего объема . Это объясняется тем, что данные стали относительно дешевы и сочетают удовлетворительные механические свойства с хорошей обрабатываемость резанием и давлением.
- * Углеродистые стали выпускаются обыкновенного качества и высококачественные.

УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА

- * Эти стали выпускают по ГОСТ 380-94.
- * Они наиболее дешевы, в них допускается повышенное содержание вредных примесей, а также газонасыщенность и загрязненность неметаллическими включениями.

Углеродистую сталь обыкновенного качества изготавливают следующих марок:

Ст0	Ст1кп	Ст2кп	Ст3кп	Ст4 кп	Ст5пс	Ст6 пс
	Ст1 пс	Ст2пс	Ст3пс	Ст4пс	Ст5сп	Ст6сп
	Ст1сп	Ст2сп	Ст3сп	Ст4сп	Ст5Гпс	
			Ст3Гпс			
			Ст3Гсп			

- * Буквы Ст – обозначают «сталь», цифра – условный номер марки в зависимости от химического состава, кп,сп, пс – степень раскисления.

УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА

Марка стали	Массовая доля элементов		
	Углерод	Марганец	Кремний
Ст0	Не более 0,23	-	-
Ст1кп	0,06-0,12	0,25-0,50	Не более 0,05
Ст1пс	-«-	-«-	0,05-0,15
Ст1сп	-«-	-«-	0,15-0,30
Ст2кп	0,09-0,15	0,25-0,50	Не более 0,05
Ст2пс	-«-	-«-	0,05-0,15
Ст2сп	-«-	-«-	0,15-0,30
Ст3кп	0,14-0,20	0,30-0,60	Не более 0,05
Ст3пс	-«-	0,40-0,65	0,05-0,15
Ст3сп	-«-	0,40-0,65	0,15-0,30
Ст3Гпс	-«-	0,8-1,1	не более 0,15
Ст3Гсп	-«-	0,8-1,1	0,15-0,30
Ст4кп	0,18-0,27	0,40-0,70	Не более 0,05
Ст4пс			0,05-0,15
Ст4сп			0,15-0,30
Ст5пс	0,28-0,37	0,5-0,8	0,05-0,15
Ст5сп	0,28-0,37	-«-	0,15-0,30
Ст5Гпс	0,22-0,30	0,8-1,2	не более 0,15
Ст6пс	0,38-0,49	0,5-0,8	0,05-0,15
Ст6сп	-«-	0,5-0,8	0,15-0,30

В стали марки Ст0 – массовая доля марганца и кремния не нормируется
Массовая доля серы в стали всех марок, кроме Ст0, должна быть не более 0,050 %, фосфора – не более 0,040 %.

УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА

- * Из сталей обыкновенного качества изготавливается горячекатанный рядовой прокат: балки, швеллеры, уголки прутки, а также листы, трубы, поковки.
- * Эти стали в состоянии поставки широко применяются в строительстве для сварных, клепанных и болтовых конструкций, реже – для изготовления малонагруженных деталей машин (валы, оси, зубчатые колеса и др.)
- * Кипящие стали, содержащие повышенное количество кислорода, имеют порог хладноломкости на 30-40 градусов выше, чем стали спокойные. Поэтому для ответственных сварных конструкций, а также работающих при низких климатических температурах применяют спокойные стали.



УГЛЕРОДИСТЫЕ СТАЛИ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА

С повышением процента углерода свариваемость стали ухудшается.

Поэтому стали марок Ст5 и Ст6 применяют для элементов конструкций, не подвергаемых сварке.

Свариваемость:

- * -Хорошая – при С менее 0,3%С
- * -Удовлетворительная – от 0,3 до 0,35 %С
- * -Ограниченная – 0,4-0,5%С
- * -Плохая – при С более 0,5%С



УГЛЕРОДИСТЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ СТАЛИ

ГОСТ 1050-88

- * Эти стали выплавляют с соблюдением более строгих условий в отношении состава шихты и ведения плавки и разливки. К ним предъявляют более высокие требования по хим. Составу и структуре.
- * Содержание серы - не более 0,04 %
- * фосфора – не более 0,035-0,04 %

УГЛЕРОДИСТЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ СТАЛИ

- * Различают следующие марки качественных углеродистых сталей:

08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 49, 45, 50, 55, 60, 65

- * Цифра – показывает среднее содержание углерода в сотых долях процента
- * Спокойные стали маркируются без индекса,, полуспокойные и кипящие с индексом- пс или кп.

УГЛЕРОДИСТЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ СТАЛИ

* Низкоуглеродистые стали (С менее 0,25%)

05кп, 08,10,10кп – обладают невысокой прочностью и высокой пластичностью

* $\sigma = 330-340 \text{ Мпа}$, $\delta = 33-31 \%$

* Их без термической обработки применяют для малонагруженных деталей,. Эти стали в основном производят в виде тонкого листа, их можно использовать в автомобилестроении для деталей сложной формы, они легко штампуются из-за малого содержания углерода в них. Глубокая вытяжка из листа этих сталей применяется при изготовлении консервных банок, эмалированно



УГЛЕРОДИСТЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ СТАЛИ

- * Стали 15,15кп,20,25 ($\sigma = 380-460$ Мпа, $\delta = 27-23$ %) применяют либо без термообработки или в нормализованном состоянии, а также для деталей упрочняемых цементацией. Они пластичны, хорошо свариваются и штампуются. Их используют для изготовления крепежных деталей, валиков, осей.



УГЛЕРОДИСТЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ СТАЛИ

- * Среднеуглеродистые стали (0,3-0,5%С)
- * 30,35,40,45,50,55 – применяются после термической обработки для самых разнообразных деталей во всех отраслях машиностроения – небольшие валы, шатуны, зубчатые колеса и детали, испытывающие циклические нагрузки.
- * Так поле улучшения (закалка и высокий отпуск) сталь марки 45 имеет $\sigma_B = 600-700\text{Мпа}$.



УГЛЕРОДИСТЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ СТАЛИ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕРОДИСТОЙ КАЧЕСТВЕННОЙ СТАЛИ

Марка стали	Содержание углерода	Механические свойства, не менее			
		МПа	МПа	%	НВ
08	0,05-0,01	330	200	33	131
10	0,07-0,14	340	210	31	143
15	0,12-0,19	380	230	27	149
20	0,17-0,24	420	250	25	163
30	0,27-0,35	500	300	21	179
40	0,37-0,45	580	340	19	217
50	0,47-0,55	640	380	14	241
60	0,57-0,65	690	410	12	255
70	0,67-0,75	730	430	9	269

УГЛЕРОДИСТЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ СТАЛИ

* Высокоуглеродистые стали

60,65,70 – в основном используются для изготовления пружин и рессор, высокопрочной проволоки с высокой упругостью и износостойкостью. Их подвергают закалке и среднему отпуску.



Инструментальные углеродистые стали

ГОСТ 1435-90

У7,У8,У8АГ,У9,У10,У11,У12,У13

Маркируются буквой У и цифрами, показывающими среднюю массовую долю углерода в десятых долях % .

Г – повышенная массовая доля марганца

Инструментальные углеродистые стали

ГОСТ 1435-90

Данные стали классифицируют:

- * 1. По химическому составу
- * -качественные
- * -высококачественные
- * (серы 0,02 фосфора 0,02)
- * В марках высококачественных сталей добавляется буква «А»
- * У7А,У8А,У8Г,У9А,У10А,У11А,У12А,У13А
- * 2. По назначению
- * для продукции всех видов, кроме п.2
- * для патентованной проволоки и ленты
- * для продукции всех видов, технология которой предусматривает многократный нагрев
- * 3.По состоянию материала
- * Без термообработки
- * Термически обработанная –Т
- * Нагартованная – Н
- * 4.По способу дальнейшей обработки
- * а. Для горячей обработки давлением
- * б. Для холодной механической обработки

Инструментальные углеродистые стали

ГОСТ 1435-90

* Пример условного обозначения:

У12-3-6-Т ГОСТ 1435-90

- * Сталь марки У12, 3 группы- для продукции, технология изготовления которой предусматривает многократный нагрев, подгруппы 6 – для холодной механической обработки, термически обработанная.

Стали данной группы имеют небольшую прокаливаемость , из них изготавливают инструмент небольших размеров. Твердость их снижается при нагреве до 190-200 градусов С.

Это фрезы, зенкеры, ножовки, напильники, бритвы, острый хирургический инструмент.

Высококачественные стали имеют тоже назначение , что и качественные, но для инструмента с более тонкой режущей кромкой.



Автоматные стали

ГОСТ 1414-75

- * Это стали с улучшенной обрабатываемостью резанием. Достигается это введением в конструкционную сталь серы, свинца, фосфора. Эти добавки и образуемые ими включения создают как бы внутреннюю смазку, снижающую в зоне резания трение между инструментом и стружкой и облегчающие измельчение стружки.
- * Автоматные стали маркируют буквой «А»- автоматная, присутствие свинца обозначается С» «. Цифра – среднее содержание углерода в сотых долях процента
- * Например, А11, А12, А20, А30, А35, А40Г, содержащих соответственно углерода – 0,11%, 0,12%, 0,2%, 0,3%, 0,4%
- * Буква Г – указывает на присутствие марганца.
- * АС14, АС40, АС35
- *
 - * Содержание Рв=0,15-0,35%
 - * Марганца 0,7-1,55%
 - * Серы 0,08-0,3%
 - * Фосфора 0,0500,15%

Автоматные стали

ГОСТ 1414-75

- * Эти стали широко применяются на автомобильных заводах для изготовления многих деталей двигателей.
- * При обработке автоматных сталей отсутствует налипание металла на инструмент, поверхность резания получается гладкая, блестящая.
- * Однако, как известно, сера и фосфор снижают качество стали.
- * Автоматным сталям свойственна анизотропия механических свойств, пониженная вязкость, пластичность и особенно сопротивление усталости . Это обстоятельство, а также низкая их коррозионная стойкость ограничивают их применение для изготовления ответственных деталей машин.
- * Стали А11,А12,А20 используют для крепежных деталей, а также малонагруженных деталей сложных форм.

Автоматные стали

ГОСТ 1414-75

* Химический состав автоматных сталей

Марка стали	Содержание элементов					
	C	Mn	Si	S	P	Pb
A11	0,07-0,15	0,1	0,8-1,2	0,15-0,25	0,10	-
A20	0,17-0,24	0,7-1,0	0,15-0,35	0,08-0,15	0,06	-
A30	0,27-0,35	0,7-1,0	0,15-0,35	0,08-0,15	0,06	-
A40Г	0,37-0,45	1,2-1,55	0,15-0,35	0,18-0,3	0,05	-
АС14	0,1-0,17	1,0-1,3	0,12	0,15-0,20	0,05	0,15-0,3

- * Применение автоматных сталей позволяет в 2-3 раза снизить расход инструмента и до 30% повысить производительность.