



Классификация сталей

Конструкционными называют стали, предназначенные для изготовления деталей машин, механизмов и конструкций

Они должны обладать высокой конструкционной прочностью, под которой понимают комплекс механических свойств, обеспечивающих надежную работу материала в условиях эксплуатации.



Стали конструкционные углеродистые обыкновенного качества

- Широко применяются в строительстве и машиностроении, как наиболее дешёвые, технологичные, обладающие необходимыми свойствами при изготовлении конструкций массового назначения. В основном эти стали используют в горячекатанном состоянии без дополнительной термической обработки с ферритно-перлитной структурой. В зависимости от последующего назначения конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества подразделяют на три группы: А, Б, В.

Обыкновенного
качества

Группа А

Группа Б

Группа В

Стали группы А

Поставляются с определёнными регламентированными механическими свойствами. Их химический состав не регламентируется. Эти стали применяются в конструкциях, узлы которых не подвергаются горячей обработке — ковке, горячей штамповке, термической обработке и т. д. В связи с этим механические свойства горячекатаной стали сохраняются.



Сталь группы А листовая конструкционная горячекатаная

Стали группы Б

Поставляются с определённым регламентированным химическим составом, без гарантии механических свойств. Эти стали применяются в изделиях, подвергаемых горячей обработке, технология которой зависит от их химического состава, а конечные механические свойства определяются самой обработкой.



Углеродистая сталь обыкновенного качества группы Б

Стали группы В

Поставляются с регламентируемыми механическими свойствами и химическим составом. Эти стали применяются для изготовления сварных конструкций. Их свариваемость определяется химическим составом, а механические свойства вне зоны сварки определены в состоянии поставки. Такие стали применяют для более ответственных деталей.



Сталь листовая конструкционная обыкновенного качества группы В

Механические свойства сталей группы А и химический состав группы Б

Марка стали	Предел прочности σ_B , МПа	Относительное удлинение δ , %, не менее
Ст0	Не менее 310	20
Ст1	320 ... 420	31
Ст2	340 ... 440	29
Ст3	380 ... 490	23
Ст4	420 ... 540	21
Ст5	500 ... 640	17
Ст6	Не менее 600	12

Стали углеродистые качественные

Качественными углеродистыми сталями являются стали марок: Сталь08; Сталь10; Сталь15 ...; Сталь78; Сталь80; Сталь85, Также к этому классу относятся с повышенным содержанием марганца (Mn — 0.7-1.0 %): Сталь 15Г; 20Г ... 65Г, имеющие повышенную прокаливаемость.

Маркировка

- **Сталь** — слово «Сталь» указывает, что данная углеродистая сталь качественная. (В настоящее время слово "Сталь" не пишется, указывается только индекс и последующие буквы)
- **Цифра** — указывает на содержание в стали углерода (С) в сотых долях процента.

Марка стали	Массовая доля С, %	Механические свойства					
		Предел текучести σ_T , МПа (кгс/мм ²)	Временное сопротивление σ_s , МПа (кгс/мм ²)	Относительное удлинение δ_5 , %	Относительное сужение Ψ , %	Ударная вязкость KCV, Дж/см ² (кгс-м/см ²)	Число твердости HB, МПа (кгс/мм ²)
		Не менее				Не более	
08	0,05 – 0,12	196 (20)	320 (33)	33	60	—	1284 (131)
10	0,07 – 0,14	206 (21)	330 (34)	31	55	—	1401 (143)
15	0,12 – 0,19	225 (23)	370 (38)	27	55	—	1460 (149)
20	0,17 – 0,24	245 (25)	410 (42)	25	55	—	1597 (163)
25	0,22 – 0,30	274 (28)	450 (46)	23	50	88 (9)	1666 (170)
30	0,27 – 0,35	294 (30)	490 (50)	21	50	78 (8)	1754 (179)
35	0,32 – 0,40	314 (32)	530 (54)	20	45	69 (7)	2029 (207)
40	0,37 – 0,45	333 (34)	570 (58)	19	45	59 (6)	2127 (217)
45	0,42 – 0,50	353 (36)	600 (61)	16	40	49 (5)	2244 (229)
50	0,47 – 0,55	373 (38)	630 (64)	14	40	38 (4)	2362 (241)
55	0,52 – 0,60	382 (39)	650 (66)	13	35	—	2499 (255)
60	0,57 – 0,65	402 (41)	680 (69)	12	35	—	2499 (255)

Легированные конструкционные стали

- Легированные конструкционные стали применяются для наиболее ответственных и тяжелонагруженных деталей машин. Практически всегда эти детали подвергаются окончательной термической обработке — закалке с последующим высоким отпуском в районе 550—680 °С (улучшение), что обеспечивает наиболее высокую конструктивную прочность. Леггирующие элементы — химические элементы, которые вносят в состав конструкционных сталей для придания им требуемых свойств. Ведущая роль легирующих элементов в конструкционных сталях заключается и в существенном повышении их прокаливаемости. Основными легирующими элементами этой группы сталей являются хром (Cr), марганец (Mn), никель (Ni), молибден (Mo), ванадий (V) и бор (B). Содержание углерода (C) в легированных конструкционных сталях — в пределах 0.25-0.50 %.

Маркировка

Две цифры в начале маркировки указывают на конструкционные стали (одна цифра — на инструментальные). Это содержание в стали углерода в сотых долях процента.

Буква без цифры — определённый легирующий элемент с содержанием в стали менее 1 %. (А-азот, Р-бор, Ф-ванадий, Г-марганец, Д-медь, К-кобальт, М-молибден, Н-никель, С-кремний, Х-хром, П-фосфор, Ч-редкоземельные металлы, В-вольфрам, Т-титан, Ю-алюминий, Б-ниобий)

Буква и цифра после неё — определённый легирующий элемент с содержанием в процентах (цифра).

Буква **А** в конце маркировки — указывает на высококачественную сталь.

Например **38Х2Н5МА** — это среднелегированная высококачественная хромоникелевая конструкционная сталь. Химический состав: углерод — около 0,38 %; хром — около 2 %; никель — около 5 %; молибден — около 1 %.

Стали повышенной обрабатываемости (автоматные)

- К сталям с повышенной обрабатываемостью или автоматным сталям относят стали с высоким содержанием серы и фосфора, а также стали, специально легированные селеном (Se), теллуром (Te) или свинцом (Pb). Указанные элементы способствуют повышению скорости резания, уменьшают усилие резания и изнашиваемость инструмента улучшают чистоту и размерную точность обработанной поверхности, облегчают отвод стружки из зоны резания и т. д. Эти стали используют в массовом производстве для изготовления деталей на станках-автоматах.

Маркировка

- В начале обозначения марки автоматной стали всегда стоит буква **A**.



Структура стали AC40

Строительные стали

Строительная сталь предназначена для изготовления строительных конструкций — мостов, газо- и нефтепроводов, ферм, котлов и т. д. Все строительные конструкции, как правило, являются сварными, и **свариваемость** — одно из основных свойств строительной стали.

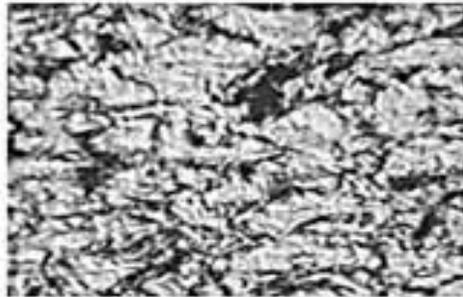
7. Механические свойства термически улучшенных сталей

Сталь	Толщина проката в мм	Механические свойства (не менее)				
		σ_b	σ_T	δ_{10} в %	a_H в $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{см}^2$ при температуре в $^{\circ}\text{C}$	
		в $\text{кг}/\text{мм}^2$			-40	-70
09Г2	10—20	52	40	19	5	3
14Г2	10—32	54	40	18	4	3
16ГС	10—32	52	40	18	4	3
09Г2С	10—32	50	37	19	5	3
	33—50	46	32	21	5	3
10Г2С1	10—40	54	40	19	5	3
15ХСНД	10—32	60	50	17	4	3

Примечание. Угол загиба для всех сталей 180° при $c = 2s$, где c — толщина оправки.

Микроструктуры стали 10 ХСНД после различных видов термической обработки

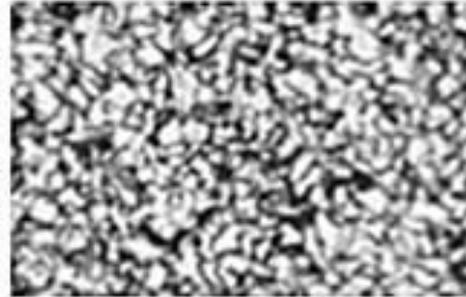
Холодная прокатка



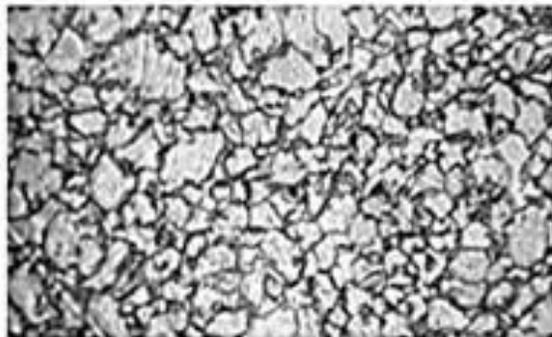
Прокатка + отжиг 650°С



Прокатка + отжиг 700°С



Нормализация 890°С



Закалка + отпуск 650°С



Улучшаемые легированные стали

Состав сталей

марка стали	содержание С, %				
	С	Mn	Si	Cr	другие
<i>Хромистые</i>					
30X	0,24-0,32	0,5-0,8	0,17-0,37	0,8-1,1	
40X	0,36-0,44	0,5-0,8	0,17-0,37	0,8-1,1	
40XФА	0,37-0,44	0,5-0,8	0,17-0,37	0,8-1,1	V 0,1-0,18
<i>Хромомарганцевые</i>					
35XГФ	0,31-0,38	0,95-1,25	0,17-0,37	1,0-1,3	V 0,06-0,12
40XГР	0,38-0,45	0,7-1,0	0,17-0,37	0,8-1,1	Ti 0,03-0,09 B 0,001-0,005
<i>Хромокремнистые и хромокремнемарганцевые</i>					
38XС	0,32-0,42	0,3-0,6	1,0-1,4	1,3-1,6	
30XГС	0,28-0,34	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8-1,1	

Свойства сталей 30X и 30XГС после закалки и отпуска при 550° С

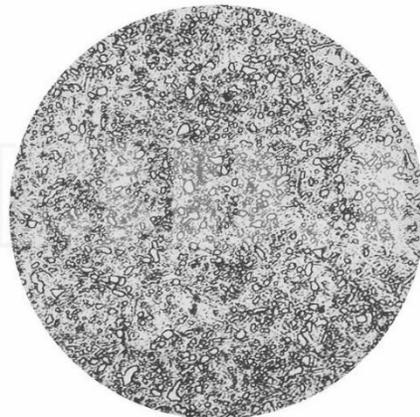
марка стали	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	KCU, МДж/м ²
30X	510	720	22	65	1,5
30XГС	850	1100	10	45	0,5

Подшипниковая сталь

Сталь с концентрацией углерода от 0,95 до 1,15 % и при обязательном присутствии хрома 0,6...1,5 %

Для получения высоких прочностных и эксплуатационных характеристик подшипниковые стали подвергают закалке в масле и отпуску при температуре 150-200 °С. Назначая режимы закалки, следует помнить, что эвтектоидная точка у сталей типа «ШХ» смещена несколько влево. Например, для стали марки ШХ15 она соответствует концентрации углерода, равной 0,7 %

Микроструктура стали ШХ15 после закалки в масле и низкого отпуска



x500

Марка стали	Температура нагрева в °С при				
	Отжиге	Нормализации	Закалке в масле	Закалке в воде	Отпуске
ШХ6 ШХ9	780 - 790	870 - 890	800 - 835	780 - 815	140 - 150
ШХ15	790 - 810	900 - 920	815 - 850	785 - 830	150 - 160
ШХ15СГ	790 - 800	890 - 910	810 - 835	-	160 - 180

Пружинная сталь

Пружинная сталь — это низколегированный сплав, среднеуглеродистая или высокоуглеродистая сталь с очень большим пределом текучести. Это позволяет изделиям из пружинной стали возвращаться к исходной форме несмотря на значительный изгиб и скручивание.



Кремнистая сталь 70С3А

марка стали	содержание С, %				
	С	Si	Mn	Cr	другие
<i>Углеродистые</i>					
65	0,62 - 0,70	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	-	-
75	0,72 - 0,80	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	-	-
<i>Кремнистые</i>					
50С2	0,47 - 0,55	1,50 - 2,00	0,6 - 0,9	-	-
60С2	0,57 - 0,65	1,50 - 2,00	0,6 - 0,9	-	-
60С2ХА	0,56 - 0,64	1,40 - 1,80	0,4 - 0,7	0,70 - 1,00	-
60С2ХФА	0,56 - 0,64	1,40 - 1,80	0,4 - 0,7	0,90 - 1,20	V 0,1-0,2
<i>Хромистые и хромомарганцевые</i>					
50ХФА	0,46 - 0,54	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	0,8 - 1,1	V 0,1 - 0,2
50ХГФА	0,48 - 0,54	0,17 - 0,37	0,8 - 1,0	0,95 - 1,1	V 0,1 - 0,2

Обыкновенная термическая обработка: закалка от 820-850°С в масле + средний отпуск при 410 - 450°С.

Свойства пружинных сталей

марка стали	термическая обработка	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %
65	Закалка от 840°С, масло + отпуск (480°С)	800	1100	10	35
60С2	Закалка от 870°С, масло + отпуск (460°С)	1200	1300	6	30
60С2ХФА	Закалка от 950°С, масло + отпуск (450°С)	1680	1820	7	30

Коррозионностойкие стали — от них требуется стойкость к коррозии в несложных промышленных и бытовых условиях (из них можно изготавливать детали оборудования для нефтегазовой, легкой, машиностроительной промышленности, хирургические инструменты, бытовую нержавеющую посуду и тару)

По химическому составу нержавеющие стали делятся на:

Хромистые, которые, в свою очередь, по структуре делятся на;

Мартенситные;

Полуферритные (мартенисто-ферритные);

Ферритные;

Хромоникелевые;

Аустенитные

Аустенитно-ферритные

Аустенитно-мартенситные

Аустенитно-карбидные

Хромомарганцевоникелевые (классификация совпадает с хромоникелевыми нержавеющими сталями).



Хромсодержащая коррозионностойкая сталь
AISI 304 (аналог 08X18H10)

Жаростойкая (окалиностойкая) сталь - это сталь, обладающая стойкостью против коррозионного разрушения поверхности в газовых средах при температурах выше 550 °С, работающая в ненагруженном или слабонагруженном состоянии

Маркировка

Пример: **20Х25Н20С2**.

Цифры вначале маркировки указывают на содержание в стали углерода в сотых долях процента.

Буква без цифры - определённый легирующий элемент с содержанием в стали менее 1%:

Х - хром;

Н - никель;

С - кремний;

Т - титан;

М - молибден.

Буква и цифра после неё - определённый легирующий элемент с содержанием в процентах (цифра).