

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ</b> .....	5
1.1 Свойства металлов .....	6
1.2 Примерное назначение марок сталей .....	16
1.3 Маркировка сталей.....	18
<b>2. МАРКИ СТАЛИ</b> .....	19
2.1 Углеродистая сталь обыкновенного качества ГОСТ 380–2005 .....	19
2.2 Углеродистая качественная конструкционная сталь ГОСТ 1050–88.....	20
2.3 Сталь конструкционная низколегированная и легированная .....	21
2.3.1 Низколегированная конструкционная повышенной прочности ГОСТ 19281–89 .....	21
2.3.2 Легированная конструкционная ГОСТ 4543–71 .....	21
2.3.3 Рессорно–пружинная ГОСТ 14959–79.....	21
2.3.4 Коррозионностойкая, жаростойкая, жаропрочная ГОСТ 5632–72.....	21
2.3.5 Углеродистая инструментальная ГОСТ 1435–74 .....	22
2.3.6 Легированная инструментальная сталь ГОСТ 5950–73 .....	22
2.3.7 Конструкционная повышенной и высокой обрабатываемости резанием ГОСТ 1414–75 .....	22
2.3.8 Подшипниковая ГОСТ 801–78.....	22
2.4 Характеристики сталей по свариваемости и их заменители .....	23
<b>3. ПРОКАТ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГОСТ 27772-88</b> .....	33
<b>4. АРМАТУРА. ПРОВОЛОКА. СЕТКА</b> .....	35
4.1 Стержневая арматура ГОСТ 5781–82 .....	35
4.2 Арматура термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций ГОСТ 10884–94.....	37
4.3 Прокат периодического профиля с серповидными поперечными ребрами ТУ 14–1–5254–94.....	39
4.4 Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций ГОСТ 6727–80.....	41
4.5 Проволока из углеродистой стали для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций ГОСТ 7348–81 .....	42
4.6 Сетка стальная плетеная одинарная (рабица) ГОСТ 5336–80 .....	43
4.7 Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий ГОСТ 23279–85 .....	46

<b>5. ЛИСТОВОЙ ПРОКАТ</b> .....	51
5.1 Прокат листовой горячекатаный ГОСТ 19903–74.....	52
5.2 Прокат листовой холоднокатаный ГОСТ 19904–90.....	53
5.3 Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества ГОСТ 14637–89 .....	54
5.4 Прокат толстолистовой и широкополосный из конструкционной качественной стали ГОСТ 1577–93.....	56
5.5 Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения ГОСТ 16523–97.....	57
5.6 Прокат тонколистовой холоднокатаный из низкоуглеродистой качественной стали для холодной штамповки ГОСТ 9045–93.....	59
5.7 Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий ГОСТ 14918–80 .....	60
5.8 Прокат стальной рулонный с полимерным покрытием СТО ММК 376–2005 .....	62
5.9 Прокат стальной повышенной прочности ГОСТ 19281–89 .....	67
5.10 Сталь листовая углеродистая низколегированная и легированная для котлов и сосудов, работающих под давлением ГОСТ 5520–79 .....	69
5.11 Прокат стальной для судостроения ГОСТ 5521–93 .....	71
5.12 Прокат низколегированный конструкционный для мостостроения ГОСТ 6713–91 .....	73
5.13 Листы стальные с ромбическим и чечевичным рифлением ГОСТ 8568–77 .....	74
5.14 Сталь электротехническая тонколистовая .....	75
5.14.1. Сталь электротехническая холоднокатаная изотропная тонколистовая ГОСТ 21427.2–83 .....	75
5.15 Лист стальной профилированный ГОСТ 24045–94.....	77
5.16 Лист профилированный ТУ 14–116–16–92 .....	82
5.17 Лист коррозионностойкий DIN 50049/3.1 В.....	83
5.18 Лист стальной просечно–вытяжной ТУ 36.26.11–5–89.....	84
5.19 Лист стальной просечно–вытяжной ТУ У 27.1–25484714–001–2002 («Запорожсталь») .....	88

<b>6. ПРОКАТ ФАСОННЫЙ И СОРТОВОЙ</b> .....	93
6.1 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества ГОСТ 535–88.....	93
6.2 Балки двутавровые.....	95
6.2.1 Двутавры стальные горячекатаные ГОСТ 8239–89.....	95
6.2.2 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок ГОСТ 26020–83.....	96
6.2.3 Балки двутавровые стальные специальные ГОСТ 19425–74.....	99
6.2.4 Балки двутавровые СТО АСЧМ 20–93.....	101
6.2.5 Балки стальные сварный двутавровые для строительных конструкций ТУ 0925–001–12281990–2005.....	104
6.3 Швеллер.....	109
6.3.1 Швеллер стальной горячекатаный ГОСТ 8240–97.....	109
6.3.2 Швеллер стальной гнутый равнополочный ГОСТ 8278–83.....	111
6.3.3 Швеллер стальной гнутый неравнополочный ГОСТ 8281–80.....	114
6.3.4 Швеллер стальной специальный для автомобильной промышленности ГОСТ 19425–74.....	115
6.3.5 Швеллер стальной специальный для вагоностроения ГОСТ 5267.1–90.....	115
6.4 Уголок.....	116
6.4.1 Уголок стальной горячекатаный равнополочный ГОСТ 8509–93.....	117
6.4.2 Уголок стальной горячекатаный неравнополочный ГОСТ 8510–86.....	120
6.4.3 Уголок гнутый равнополочный ГОСТ 19771–93.....	121
6.4.4 Уголок гнутый неравнополочный ГОСТ 19772–33.....	122
6.5 Круглый прокат.....	123
6.5.1 Прокат стальной горячекатаный круглый ГОСТ 2590–88.....	123
6.5.2 Сталь калиброванная круглая ГОСТ 7417–75.....	126
6.5.3 Прокат из качественной конструкционной углеродистой и легированной стали для холодного выдавливания и высадки ГОСТ 10702–78.....	127
6.5.4 Катанка из углеродистой стали обыкновенного качества ГОСТ 30136–95.....	128
6.6 Полоса.....	129
6.6.1 Полоса стальная горячекатаная ГОСТ 103–76.....	129

6.7 Квадратный прокат.....	132
6.7.1 Прокат стальной горячекатаный квадратный ГОСТ 2591–88.....	132
6.7.2 Сталь калиброванная квадратная ГОСТ 8559–75.....	134
6.8 Прокат шестигранный .....	135
6.8.1 Прокат стальной горячекатаный шестигранный ГОСТ 2879–88 .....	135
6.8.2 Прокат калиброванный шестигранный ГОСТ 8560–78 .....	136
<b>7. ТРУБЫ</b> .....	137
7.1 Трубы стальные водогазопроводные ГОСТ 3262–75 .....	137
7.2 Трубы стальные электросварные ГОСТ 10705–80.....	139
7.3 Трубы стальные электросварные прямошовные ГОСТ 10704–91 .....	140
7.4 Трубы стальные электросварные прямошовные ГОСТ 10706–76 .....	145
7.5 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные ГОСТ 8732–78 .....	146
7.6 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные ГОСТ 8731–87 .....	152
7.7 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные ГОСТ 8733–74 .....	153
7.8 Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные ГОСТ 8734–75 .....	154
7.9 Трубы стальные овальные ГОСТ 8642–68.....	160
7.10 Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов ГОСТ 20295–85 .....	161
7.11 Трубы стальные профильные ГОСТ 13663–86 .....	163
7.12 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций ГОСТ 30245–2003.....	164
7.13 Трубы стальные электросварные квадратного и прямоугольного сечения ТУ 1373–013–029–49352–2003 .....	165
7.14 Трубы стальные квадратные ГОСТ 8639–82 .....	166
7.15 Трубы стальные прямоугольные ГОСТ 8645–68.....	167
7.16 Трубы стальные электросварные квадратные и прямоугольные DIN 2395 ТУ 14–105–566–93 .....	178
<b>Примечание 1. Каталог цветов RAL .....</b>	<b>179</b>

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Металлы и сплавы по химическому составу делятся на цветные (медь, алюминий, свинец, бронза, латунь и др.) и черные (железо, сталь, чугун). В чистом виде металлы используются редко, а в основном — в виде сплавов.

Чугун и сталь – это сплавы железа с углеродом, в которых неизбежно наличие примесей других химических элементов: сталь: Fe + C (< 2 %) + примеси (относительно немного); чугун: Fe + C (> 2 %) + примеси (больше, чем у стали).

Что общего и в чем различия (табл. 1.1) между этими сплавами?

**Таблица 1.1**  
*Сравнительные показатели чугунов и сталей*

№	Наименование показателей	Чугун	Сталь
1	Содержание углерода, %	> 2 %	< 2 %
2	Содержание S, P, Mn, Si	много*	меньше
3	Структура	ледебурит...	аустенит, феррит...
4	Хрупкость	более хрупкий*	
5	Твердость		более твердая*
6	Прочность		выше*
7	Ковкость		выше*
8	Литейные свойства	выше	
9	Изготавливаемые детали	станины, корпуса	валы, шестерни...
10	Технология изготовления	литье и механическая обработка	прокатка и механическая обработка

\* Чаще всего

Стали чаще всего более твердые, прочные и износостойкие. Чугуны же более хрупкие, но обладают хорошими литейными свойствами. Сталь является производной от чугуна, т. к. производство ее в основном двухстадийное: из железных руд сначала получают чугун, далее из чугуна и стального лома получают сталь.

## 1.1 Свойства металлов

**Качество металлов** — это комплексный показатель (рис. 1.1) Нельзя по отдельному показателю оценить качество.



**Рис. 1.1.** Свойства металлов и сплавов.

Например, металл может быть очень твердым (хороший показатель), но хрупким и недолговечным (плохие показатели). Комплекс свойств металлов можно разделить на группы, дающие ответы на вопросы по их практическому использованию (табл. 1.2).

**Таблица 1.2**

*Основные группы свойств металлов*

Свойства металлов и сплавов	На какие вопросы отвечают
Химический состав	Что заложено?
Структура металла	Как заложено?
Физические характеристики (электропроводность, плотность, твердость, теплопроводность, цвет, температуры плавления и кристаллизации...)	Каков материал по физическим свойствам?

## Продолжение таблицы 1.2

### Основные группы свойств металлов

Механические свойства (пластичность, прочность, вязкость, упругость...)	Каковы возможности использования материала?
Технологические свойства (литейные, ковкость, свариваемость, обработка резанием...)	Как изготовить деталь?
Износостойкость, усталостная прочность, коррозионная стойкость...	Какова долговечность детали, изготовленной из материала?

Свойства металлов определяются различными методами: физическими, химическими и технологическими.

**Твердость** характеризует сопротивляемость материалов пластическим деформациям. Чем выше твердость, тем больше прочность и меньше износ детали.

**Пластичность** – это изменение размеров образца без нарушения сплошности материала.

Во многих случаях нас интересует не просто абсолютное значение прочности, а удельная прочность, т. е. отношение прочности к плотности  $\gamma$  (удельному весу) материала (табл. 1.3).

**Таблица 1.3**

*Сравнительные характеристики прочности и жесткости различных материалов*

Материал	Прочность, $\sigma_B$ , кгс/мм <sup>2</sup>	Удельная прочность, $\sigma_B/\gamma \cdot 10^5$	Удельная жесткость, $(E/\gamma)^{1/3}$
Конструкционная сталь	450–1100	6–15	–
Легированная сталь	1100–1400	15–19	3,3–3,5
Высокопрочная сталь	1800–2000	22–25	–
Алюминиевый сплав	420–600	16–21	6,8–6,9
Титановые сплавы	1200–1400	26–40	4,8–5,1
Стеклопластики	>700	38–50	7–7,2

### Основные механические свойства металлов

**Предел текучести**  $\sigma_T$  – растягивающее напряжение, при котором деформация начинает расти без увеличения нагрузки.

**Предел прочности при растяжении** (временное сопротивление разрыву)  $\sigma_B$  – условное напряжение, получаемое делением максимальной нагрузки  $P_{\max}$  на площадь поперечного сечения  $F$ .

**Предел прочности на сжатие**  $\sigma_c$ .

**Относительное удлинение**  $\delta$  ( $\delta_5$ ) – частное от деления остаточного удлинения (разности между длиной сложенных частей разорванного образца  $L_1$  и первоначальной его длиной  $L_0$ ) на первоначальную длину рабочей части  $L_0$ .

**Ударная вязкость**  $a_n$  определяется при изломе образца размером 10x10x55 мм с закругленным надрезом глубиной 2 мм посередине на маятниковом копре (нож маятника ударяет по обратной стороне в месте надреза).

### Основные физические свойства металлов

**Плотность** – отношение массы вещества  $M$  к его объему  $V$ .

**Температура плавления**  $t_m$  – температура превращения твердого вещества в жидкое.

**Коэффициент линейного расширения**  $\alpha$  – линейная деформация материала при изменении температуры на 1°C.

### Основные технологические свойства металлов

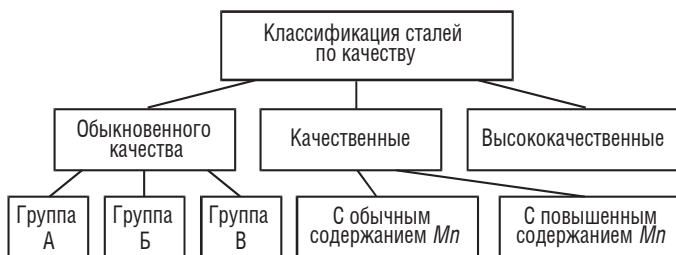
**Свариваемость** – способность металлов и сплавов образовывать неразъемные соединения с требуемыми механическими характеристиками; ее оценивают сравнением свойств сварных соединений со свойствами основного металла или сплава; свариваемость считается тем выше, чем больше способов сварки может быть применено, шире пределы допускаемых режимов сварки; для оценки технологической свариваемости определяют структуру, механические свойства и склонность к образованию трещин металла шва и околошовной зоны.

**Обрабатываемость давлением** в горячем и холодном состояниях оценивают различными технологическими пробами (на осадку, на изгиб, на вытяжку сферической лунки др.), характеристиками пластичности, твердости и упрочнения материала при температуре обработки.

**Обрабатываемость металла резанием** выражается в процентах от обрабатываемости стали повышенной обрабатываемости резанием.



### Классификация сталей по качеству



**Рис. 1.2** Классификация сталей по качеству

По показателям нормирования качества стали обыкновенного качества подразделяются на три группы:

**группа А** — нормируются механические характеристики ( $\sigma_b$ ,  $\sigma_t$ ,  $\delta$ , изгиб);

**группа Б** — нормируется химический состав (С, Мп, Si и др.);

**группа В** — нормируются механические характеристики и химический состав.

С возрастанием цифры в марке стали обыкновенного качества группы А (табл. 1.4) увеличиваются прочность и твердость, но снижаются пластичность и ударная вязкость стали (рис. 1.3). Это происходит за счет изменения химического состава, в первую очередь — содержания углерода.

**Таблица 1.4**

Механические свойства сталей группы А

Марка стали	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_t$ , МПа, для толщины в мм				$\delta$ , %, для толщины в мм			Изгиб на 180° (для толщины до 20 мм)
		до 20	21–40	41–100	> 100	до 20	21–40	> 40	
Ст0	> 300	—	—	—	—	23	22	20	d = 2a
Ст1кп	300–390	—	—	—	—	35	34	32	d = 0,5a
Ст1пс, Ст1сп	310–410	—	—	—	—	34	33	31	d = 0,5a
Ст2кп	320–410	215	205	195	185	33	32	30	d = a
Ст2пс, Ст2сп	330–430	225	215	205	195	32	31	29	d = a
Ст3кп	360–460	235	225	215	195	27	26	24	d = a
Ст3пс, Ст3сп	370–480	245	235	225	205	26	25	23	d = a
Ст3Гпс	370–490	245	235	225	205	26	25	23	d = a
Ст3Гсп	390–570	—	245	—	—	—	24	—	d = a
Ст4кп	400–510	255	245	235	225	25	24	22	d = 2a
Ст4пс, Ст4сп	410–530	265	255	245	235	24	23	21	d = 2a

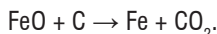
**Продолжение таблицы 1.4**

## Механические свойства сталей группы А

Марка стали	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа, для толщины в мм				$\delta$ , %, для толщины в мм			Изгиб на 180° (для толщины до 20 мм)
		до 20	21–40	41–100	> 100	до 20	21–40	> 40	
Ст5пс, Ст5сп	490–630	285	275	265	255	20	19	17	d = 3a
Ст5Гсп	450–590	285	275	265	255	20	19	17	d = 3a
Ст6сп, Ст6пс	> 590	315	305	295	295	15	14	12	—

a — толщина образца, мм; d — диаметр оправки, мм

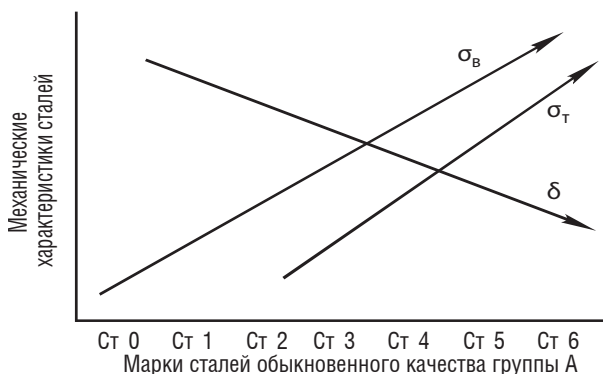
При разливке стали в ней может оставаться кислород, который удаляется непосредственно в сталеразливочном ковше:



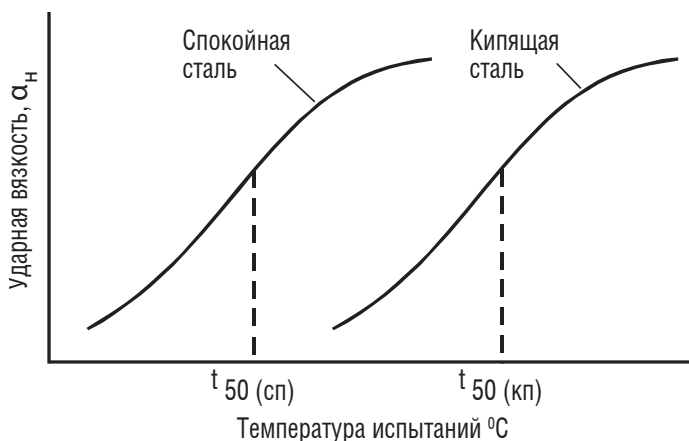
Выделяющийся при раскислении углекислый газ в виде воздушных пузырьков создает иллюзию «кипения» стали.

В зависимости от степени раскисления стали могут быть: кипящими (кп), содержащими менее 0,05 % Si; спокойными (сп), содержащими до 0,15–0,3 % Si; полуспокойными (пс). По стоимости кипящие стали (Ст1кп, Ст2кп, Ст3кп, Ст4кп) самые дешевые, но имеют порог хладноломкости на 30–40 % выше, чем стали спокойные (Ст1сп, Ст2сп...).

Поэтому для ответственных сварных конструкций, особенно работающих при низких температурах в условиях Тюменского Севера, используют спокойные стали.



**Рис. 1.3.** Изменение механических характеристик (прочность  $\sigma_B$ , пластичность  $\sigma_T$ , относительное удлинение  $\delta$ ) по маркам сталей группы А (Ст0, Ст1, ..., Ст6)



**Рис. 1.4.** Значение порогов хладноломкости для спокойной  $t_{50}(\text{сп})$  и кипящей  $t_{50}(\text{кп})$  сталей.

С повышением содержания углерода свариваемость сталей ухудшается, поэтому стали Ст5, Ст6 применяются для элементов строительных конструкций, не подвергаемых сварке.

Стали группы Б различаются (табл. 1.5) по химическому составу. С ростом цифры в марке стали (БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6) увеличивается содержание углерода, кремния и марганца. Естественно, что это приводит к увеличению прочности и пластичности и к снижению ударной вязкости.

**Таблица 1.5**

*Химический состав сталей группы Б, %*

Марка стали	Углерод, С	Кремний, Si	Марганец, Mn
БСт0	Не более 0,23	—	—
БСт1кп		Не более 0,05	0,25–0,5
БСт1пс	0,06–0,12	0,05–0,17	
БСт1сп		0,12–0,3	
БСт2кп	0,09–0,15	Не более 0,07	0,25–0,5
БСт2пс	0,09–0,15	0,05–0,17	
БСт2сп		0,12–0,3	
БСт3кп		Не более 0,07	0,3–0,6

**Продолжение таблицы 1.5**  
*Химический состав сталей группы Б, %*

Марка стали	Углерод, С	Кремний, Si	Марганец, Mn
БСт3пс	0,14–0,22	0,05–0,17	0,4–0,65
БСт3сп		0,12–0,3	
БСт3Гпс		Не более 0,15	0,8–1,1
БСт3Гсп	0,14–0,2	0,12–0,3	
БСт4кп		Не более 0,07	
БСт4пс	0,18–0,27	0,05–0,17	0,4–0,7
БСт4сп		0,12–0,3	
БСт5пс	0,28–0,37	0,05–0,17	0,5–0,8
БСт5сп		0,15–0,35	
БСт5Гпс	0,22–0,3	Не более 0,15	0,8–1,2
БСт6пс	0,38–0,49	0,05–0,17	0,5–0,8
БСт6сп		0,15–0,35	

Примечания: 1. В стали марки БСт0 фосфора не более 0,07 %, серы — 0,06 %. 2. Во всех марках стали, указанных в таблице, кроме БСт0, фосфора не должно быть больше 0,04 %; серы — 0,05 %; хрома, никеля, меди — 0,3 % каждого элемента; мышьяка — 0,08 %.

Стали группы В нормируются как по химическому составу, так и по механическим характеристикам: ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5.

Стали обыкновенного качества выпускаются в виде проката: швеллер, труба, лист, прутки, балка и т. д. Углеродистые стали специального назначения (мосто- и судостроения, сельскохозяйственного машиностроения) имеют дополнительные индексы. Например, для мостовых конструкций используется сталь СтЗмост.

### **Углеродистые и легированные стали**

По химическому составу стали делятся на углеродистые и легированные. Углеродистые стали представляют собой сплавы железа Fe с углеродом С при неизбежном наличии примесей других химических элементов.

Легированные стали — это тоже сплавы железа Fe с углеродом С, но со специально добавленными легирующими элементами (хром, марганец, кремний, титан, ванадий и другие химические элементы), придающими стали какие-то необходимые свойства. По назначению (рис. 1.5) углеродистые стали делятся на конструкционные и инструментальные.

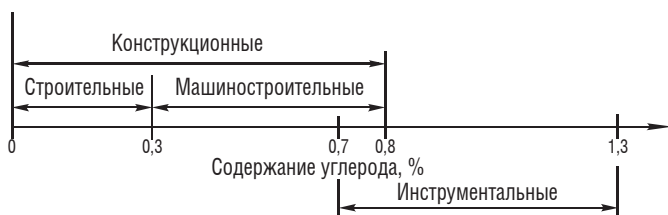


Рис. 1.5. Схема видов углеродистых сталей по назначению

Конструкционные стали различаются по качеству:

- обыкновенного качества;
- качественные углеродистые;
- высококачественные.

### Легированные стали

Углеродистые стали имеют недостаточную прочность, повышенную склонность к старению и низкую коррозионную стойкость, плохо прокаливаются, хрупки при низких температурах и т. д. Поэтому очень важно улучшить эксплуатационные характеристики сталей, получить стали с особыми свойствами, например, жаропрочные, нержавеющие и др. Это достигается изменением химического состава стали.

Сталь называется легированной, если в нее вводятся специальные (легирующие) элементы, изменяющие ее свойства (табл. 1.6), или в ней имеется более 1 % Si, или Mn. Эти легирующие элементы в буквенном виде включаются в марки сталей:

А — азот	Б — ниобий	В — вольфрам
Г — марганец	Д — медь	Е — селен
К — кобальт	М — молибден	Н — никель
П — фосфор	Р — бор	С — кремний
Т — титан	Ф — ванадий	Х — хром
Ц — цирконий	Ю — алюминий	

Число в начале марки конструкционной стали указывает на содержание углерода в сотых долях %, а цифры после соответствующих букв — среднее содержание этого химического элемента в %. Если после буквенного обозначения нет цифр, то данного элемента находится в стали около 1 %.

**Таблица 1.6**
*Влияние углерода и легирующих элементов на свойства сталей\**

Характеристики	Легирующие элементы							
	<i>C</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>Cu</i>
Прочность на разрыв, $\sigma_B$	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Предел текучести, $\sigma_T$	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Относит. удлинение, $\delta$	↓↓	0	0	↓	↓	↓	↓	0
Твердость	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	0
Ударная вязкость, $\alpha_H$	↓	↑	↑	↓	↓↓	↓	0	0
Усталостная прочность	↑	0	0	0	0	0	↑↑	0
Свариваемость	↓	0	0	0	↓	0	↑	↓
Коррозионная стойкость	0	↑	↑	↑	↓	0	↑	↑↑

\* Условные обозначения: ↑ — повышает; ↑↑ — значительно повышает; 0 — не влияет; ↓ — снижает; ↓↓ — значительно снижает.

### Влияние легирующих элементов:

**Никель** сообщает стали коррозионную стойкость, высокую прочность и пластичность, увеличивает прокаливаемость, повышает сопротивление удару.

**Вольфрам** образует в стали очень твердые соединения – карбиды, резко увеличивающие твердость и красностойкость стали. Вольфрам препятствует росту зерен при нагреве, способствует устранению хрупкости при отпуске.

**Ванадий** повышает твердость и прочность, измельчает зерно. Увеличивает плотность стали.

**Кремний** в количестве свыше 1% оказывает особое влияние на свойства стали: содержание 1–1,5% Si увеличивает прочность, причем вязкость сохраняется. При большем содержании кремния увеличиваются электросопротивление и магнитопроницаемость. Кремний увеличивает также упругость, офкалиность.

**Марганец** при содержании свыше 1% увеличивает твердость, износоустойчивость, стойкость против ударных нагрузок, не уменьшая пластичности.

**Кобальт** повышает жаропрочность, магнитные свойства, увеличивает сопротивление удару.

**Молибден** увеличивает красностойкость, упругость, предел прочности на растяжение, антикоррозионные свойства и сопротивление окислению при высоких температурах.

**Титан** повышает прочность и плотность стали, способствует измельчению зерна, улучшает обрабатываемость и сопротивление коррозии.

**Никобий** улучшает кислотостойкость и способствует уменьшению коррозии в сварных конструкциях.

**Алюминий** повышает жаростойкость и окалийность.

**Медь** увеличивает антикоррозионные свойства.

**Церий** повышает прочность и пластичность.

**Цирконий** позволяет получать сталь с заранее заданной зернистостью.

**Лантан, церий, неодим** уменьшают пористость, способствуют уменьшению содержания серы в стали, улучшают качество поверхности, измельчают зерно.

По химическому составу легированные стали могут быть:

- низколегированными (суммарное количество легирующих элементов до 2,5%);
- среднелегированными (2,5–10% легирующих элементов);
- высоколегированными (> 10% легирующих элементов).

Сталь может быть легирована одним (хромистая (Cr), никелевая (Ni), ванадиевая (V)), двумя, тремя и более элементами; например, хромоникелевольфрамовая сталь 18Х2Н4В. Марка этой стали расшифровывается следующим образом: среднелегированная (2% хрома + 4% никеля + 1% вольфрама = 7% легирующих элементов) хромоникелевольфрамовая сталь, содержащая 0,18% углерода, 2% хрома, 4% никеля и 1% вольфрама.

Марка стали 40ХН4А расшифровывается как высококачественная (индекс А в конце обозначения), среднелегированная (1% хрома + 4% никеля = 5% легирующих элементов) хромоникелевая сталь, содержащая 0,4% углерода, 1% хрома и 4% никеля.

## 1.2 Примерное назначение марок сталей

**Ст0** – неотчетственные строительные конструкции, прокладки, шайбы, кожухи.

**Ст1** – малонагруженные детали металлоконструкций. Свариваемость хорошая.

**Ст2** – детали металлоконструкций – рамы, оси, ключи, валики, цементируемые детали. Свариваемость хорошая.

**Ст3** – рамы тележек, крюки кранов, цилиндры, крышки, шатуны, цементируемые детали с высокой твердостью поверхности и невысокая прочность сердцевины.

**Ст4** – валы, тяги, крюки, оси, болты (невысокие требования к прочности).

**Ст5** – звездочки, зубчатые колеса, валы, оси (повышенные требования прочности).

**Ст6** – шпиндели, муфты, валы (высокая прочность).

**08 кп, 10** – детали, изготавливаемые холодной штамповкой и холодной высадкой, крепеж, цементируемые детали.

**15, 20** – малонагруженные детали (пальцы, упоры, оси, шестерни), работающие на истирание.

**30, 35** – траверсы, тяги, рычаги, диски, звездочки, валы, оси.

**40, 45** – детали повышенной прочности, подвергаемые термообработке (коленчатые валы, шатуны, зубчатые венцы, храповики, муфты, оси, плунжеры).

**50, 55** – зубчатые колеса, прокатные валки, бандажи, эксцентрики, малонагруженные пружины и рессоры.

**60** – детали с высокими прочностными свойствами (прокатные валки, шпиндели, пружинные кольца, пружины и диски сцепления, пружины амортизаторов).

**09Г2С** – для паровых котлов, аппаратов и емкостей, работающих под давлением при температуре  $-70 \dots +450^{\circ}\text{C}$ , для ответственных листовых сварных конструкций, в химическом и нефтяном машиностроении, судостроении.

**10ХСНД** – для сварных конструкций и фасонных профилей в судостроении, вагоностроении, химическом машиностроении.



**15XСНД** – детали вагонов, строительных свай, профили судостроения. Обладает повышенной коррозионной стойкостью.

**40X** – детали, работающие на средних скоростях при средних давлениях (зубчатые колеса, валы шлицевые, шпиндели).

**18XГТ** – детали, работающие на больших скоростях при высоких давлениях и ударных нагрузках (зубчатые колеса, кулачковые муфты, втулки).

**30XГСА** – высокопрочные детали, ответственные сварные конструкции.

**08X18N10** – детали, работающие в агрессивной среде при повышенных температурах.

**12X18N10T** – для сварных конструкций в разных отраслях промышленности.

**65...80, 65Г, 50XФА, 60С2А** – рессоры, пружины.

**У8А** – накатные ролики, отвертки, зенковки, стамески.

**У10А** – метчики, надфили, матрицы для холодной штамповки, калибры гладкие.

**ХГС** – валки холодной прокатки, матрицы, пуансоны.

**ХВГ** – измерительный, режущий инструмент.

**Х12, Х12ВМ** – для холодных штампов (гибочные, вырубные).

**4ХС** – штампы горячей высадки.

**А12, А20** – сложнопрофильные мелкие детали (шестерни, шпильки, кольца, винты, оси).

**А30, А40Г** – труднообрабатываемые детали, работающие при высоких нагрузках.

**ШХ15** – шарики диам. до 150 мм, ролики диам. до 23 мм, плунжеры.

## 1.3 Маркировка сталей

**Таблица 1.7**  
*Маркировка сталей*

<b>Материал</b>	<b>Цвет краски</b>
<b>Сталь обыкновенного качества</b>	
Ст0	Красный и зеленый
Ст1	Желтый и черный
Ст2	Желтый
Ст3	Красный
Ст3Гпс	Красный и коричневый
Ст3Гсп	Синий и коричневый
Ст4	Черный
Ст5	Зеленый
Ст5Гпс	Зеленый и коричневый
Ст6	Синий
<b>Сталь углеродистая качественная</b>	
08, 10, 15, 20	Белый
25, 30, 35, 40	Белый и желтый
45, 50, 55, 60	Белый и коричневый
<b>Сталь легированная конструкционная</b>	
Хромистая	Зеленый и желтый
Хромомолибденовая	Зеленый и фиолетовый
Хромованадиевая	Зеленый и черный
Марганцовистая	Коричневый и синий
Хромокремнистая	Синий и красный
Хромокремнемарганцевая	Красный и фиолетовый
Никельмолибденовая	Желтый и фиолетовый
Хромоникелевая	Желтый и черный
Хромоникельмолибденовая	Фиолетовый и черный
Хромоалюминиевая	Алюминиевый