

**СТАЛИ.
СВАРИВАЕМОСТЬ
СТАЛЕЙ**

СТАЛЬ

углеродистая

▶ обыкновенного качества

Ст1
ВСт4Гпс
Ст6сп

S и P 0,05%

▶ качественная

08пс
10
15кп
35

S и P 0,035%

легированная

09Г2С
15ХМ
08Х20Н14С2

20ХГСА (0,025% S и P)
45ХН3МФАА (0,015% S и P)

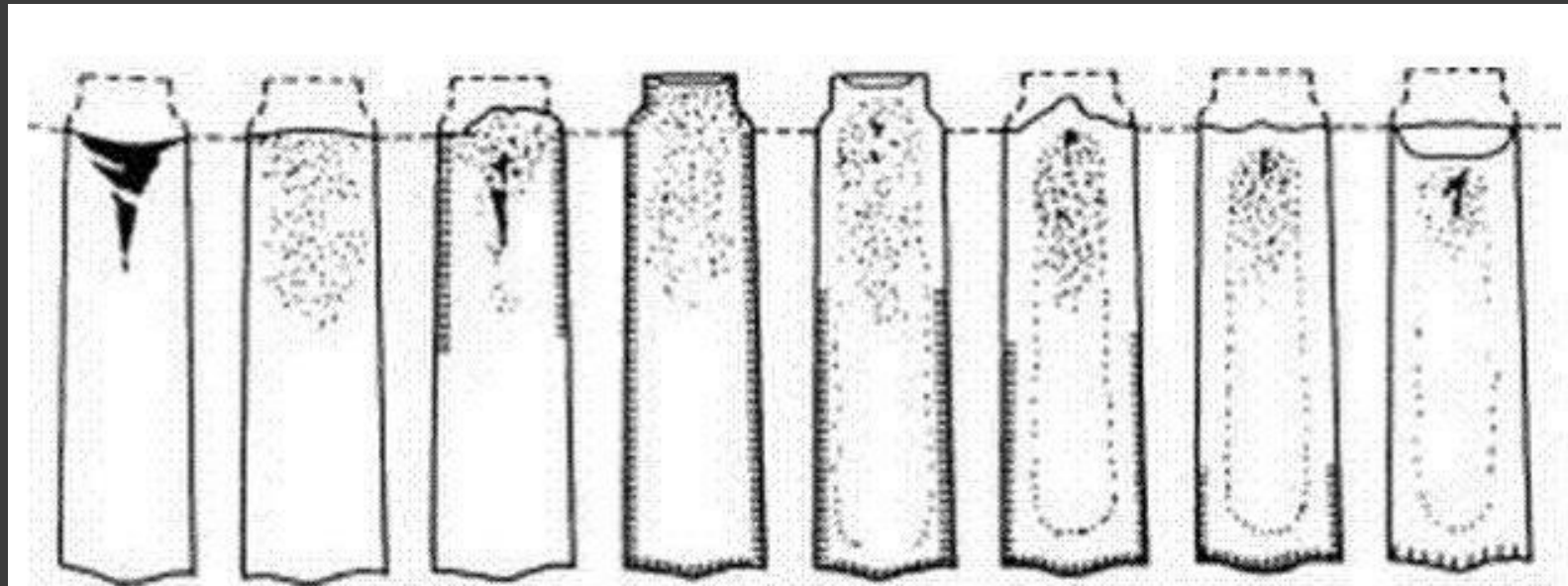
Углеродистые

Стади

По содержанию углерода:

- ▶ **низкоуглеродистые**
(C до 0,25%)
- ▶ **среднеуглеродистые**
(C от 0,25 до 0,45%)
- ▶ **высокоуглеродистые**
(C от 0,45 до 0,7%)

Степень раскисления углеродистых сталей



По степени раскисления:

▶ **спокойная (сп)**

killed steel

▶ **полуспокойная (пс)**

semikilled steel

▶ **кипящая (кп)**

rimmed steel

- ◎ СП - Сталь, полностью раскисленная при выплавке марганцем, кремнием, алюминием и содержащая 0,15-0,3% кремния
- ◎ ПС - Сталь, не полностью раскисленная при выплавке только марганцем и кремнием и содержащая 0,05 - 0,15% кремния и до 1% марганца
- ◎ КП - Сталь не полностью раскисленная марганцем при выплавке, и содержащая не более 0,05% кремния.

Маркировка сталей обыкновенного качества

Маркировка сталей обыкновенного качества состоит из:

- буквы **Б** или **В** (группа стали, группа **А** не указывается);
- букв **Ст** (означают «сталь»);
- цифры от 0 до 6 (условный номер, связан с содержанием углерода);
- буквы **Г** (для стали с повышенным содержанием марганца);
- индекса **кп**, **пс** или **сп** (степень раскисления).

**Для сварных конструкций применяются
стали группы **Б** или **В**.**

Содержание углерода в углеродистых сталях обыкновенного качества

Марка стали С, %

Ст 0	0,23
Ст 1	0,06...0,12
Ст 2	0,09...0,15
Ст 3	0,14...0,22
Ст 4	0,18...0,27
Ст 5	0,28...0,37
Ст 6	0,28...0,49

Примеры маркировки сталей обыкновенного качества

Б Ст 2 сп

Сталь марки БСт2сп

Спокойная

Номер 2 (содержание углерода 0,09—0,15%)

Сталь группы Б (применяется для сварных конструкций)

Маркировка качественных углеродистых сталей

Маркировка качественных сталей состоит из:

- двух цифр (среднее содержание углерода в сотых долях процента);
- буквы **Г** (для стали с повышенным содержанием марганца);
- буквы **К** (для т.н. котельных сталей);
- индекса **кп** или **пс** (степень раскисления для кипящих или полуспокойных сталей).

Содержание углерода в качественных сталях по стандарту

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
50	0,47—0,55
60	0,57—0,65

Примеры маркировки качественных сталей

10

Сталь марки 10 (спокойная)

Среднее содержание углерода 0,10%

08 пс

Сталь марки 08пс

Полуспокойная

Среднее содержание углерода 0,08%

Легированные стали

- ▶ **низколегированные**
(ЛЭ менее 2,5%)
- ▶ **среднелегированные**
(ЛЭ от 2,5 до 10%)
- ▶ **высоколегированные**
(ЛЭ более 10%)

Маркировка легированных сталей

15 X5 M

Сталь марки 15X5M

Содержание молибдена не более 1%
Содержание хрома 5%
Содержание углерода 0,15%

Химический состав стали 15X5M по стандарту

Элемент	Содержание, %
Углерод	Не более 0,15
Хром	4,5—6,0
Молибден	0,45—0,6

Буква А, стоящая в конце марок **низко-** и **средне-** легированных сталей, свидетельствует о **низком содержании вредных примесей !!!**

1. Высококачественные

S и P до 0,025 % (в конце марки А)

Пример: 30ХГСА, 40ХМФА

2. Особовысококачественные (в конце марки АА, или Ш)

S и P до 0,015 %

Пример: 10ГН2МФАА

TECT

Свариваемость сталей

$$C_{\text{экв.}} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{10}$$

Группа	Свариваемость	С экв, %
I	ХОРОШАЯ	до 0,25
II	УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНАЯ	0,25 – 0,35
III	ОГРАНИЧЕННАЯ	0,35 – 0,45
IV	ПЛОХАЯ	От 0,45

И ХОРОШАЯ:

1. Сваривается любыми способами.
2. Сваривается без особых ограничений, независимо от толщины металла, т.е. при любой температуре окружающего воздуха, при широком интервале режимов сварки.
3. Не дает трещин при сварке, не требует предварительного и сопутствующего подогрева.

II

УДОВОЛЕТВОРИТЕЛЬНАЯ

1. Допускают сварку без появления трещин, только при температуре окружающего воздуха не ниже -5°C и при толщине металла менее 20 мм.
2. Применение специальных присадочных материалов.
3. Необходима тщательная очистка свариваемых кромок.
4. В некоторых случаях предварительный подогрев до $100 - 150^{\circ}\text{C}$ с последующей термообработкой.

III ОГРАНИЧЕННАЯ

1. Склонны к образованию трещин при сварке в обычных условиях.
2. Требуется при сварке предварительный подогрев до температуры 250 – 400 ° С и отпуск после сварки.

IV ПЛОХАЯ

1. Высокая склонность к появлению трещин в шве и околошовной зоне, несмотря на применение специальных технологических мер: подогрев, промежуточный отпуск.

2. Сваривают только с предварительной термообработкой, подогревом в процессе сварки и последующей термообработкой.

Предварительный подогрев замедляет охлаждение и предохраняет от появления холодных трещин при сварке.


$C_{\text{экв}}, \%$	Марки углеродистых сталей	Марки легированных сталей
I хорошая		
< 0,25	БСт1, ВСт1сп, БСт2кп, ВСт2сп, БСт3кп, ВСт3сп, 10КП, 10, 15, 15Г, 20, 20Г	15Г; 20Г; 15Х; 15ХА; 20Х; 15ХМ; 20ХГСА; 10ХСНД; 10ХГСНД; 15ХСНД
II удовлетворительная		
0,25 - 0,35	БСт4сп, ВСт4сп, 30, 35	12ХСН2; 12ХН3А; 20ХН3А; 20ХН; 20ХГСА; 30Х; 30ХМ; 25ХГСА
III ограниченная		
0,35 - 0,45	Ст5, Ст6, 45, 50	35Г; 40Г; 45Г; 40Г2; 35Х; 40Х; 45Х; 40ХМФА; 40ХН; 30ХГС; 30ХГСА; 35ХМ; 20Х2Н4МА
IV плохая		
> 0,45	65, 70, 75, 80, 85, У7	50Г; 50Г2; 50Х; 50ХН; 45ХН3МФА; ХГС; 6ХС; 7Х3


ТЕСТЫ (закрепление)

Влияние химических элементов на структуру и свойства стали

◎ 1. УГЛЕРОД (С)

 прочность

 пластичность
ударную вязкость

 свариваемость



 ПОРЫ


ГОРЯЧИЕ
ТРЕЩИНЫ

РАСКИСЛИТЕЛЬ

- 2. Кремний (Si)

 прочность и твердость



при Si более 0,8 % свариваемость 

 **тугоплавкие оксиды**

РАСКИСЛИТЕЛЬ

3. Марганец (Mn)



✓ минимальное разбрызгивание

↗ прочностные и технологические свойства

При Mn 1,8 – 2,5 %

↗ прокаливаемость



▶ **трещины**

◎ 4. Никель (Ni)

- ➔ пластические и прочностные свойства
- ✓ Не ухудшает свариваемость !!!



◎ 5. Молибден (Mo)



↗ Несущую способность при ударных нагрузках и прочность при высоких T

!!!

- ▶ трещины в шве и ЗТВ
- ▶ окисление

◎ 6. Бор (В)

↗ Прочность при высоких T

↘ Свариваемость



- ⦿ Хром
- ⦿ Ванадий
- ⦿ Вольфрам
- ⦿ Титан

Спасибо за внимание