

УЧЕБНЫЙ ЭЛЕМЕНТ:

СТАЛИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

Код: 01-22

Цели занятия:

Изучив данный учебный элемент, вы будете знать:

- что такое стали;
- основные свойства сталей;
- как классифицируются и маркируются стали;
- как используются стали.

Состав стали

Сталь — сплав железа с углеродами и другими элементами.

Процесс получения стали из железной руды, чугуна или железного лома называют выплавкой.

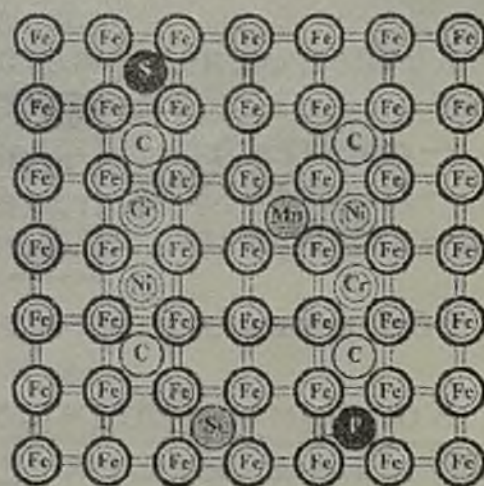
Кроме

основы (железа)

и углерода

в сталях в малых количествах присутствуют **примеси**, а также специально вводимые в сталь **легирующие элементы**.

Технологические примеси необходимы для ведения металлургического процесса выплавки стали.



(Mn)

— марганец

(Si)

— кремний

(Al)

— алюминий

Вредные примеси попадают в сталь из железной руды и при выплавке.



— сера
— фосфор

Легирующие элементы добавляют для получения сталей с необходимыми свойствами.



— никель
— хром

Сведения о свойствах сталей

Стали являются основным конструкционным материалом промышленности

Комплекс физических свойств:

- высокая электропроводность;
- высокая теплопроводность;
- температура плавления порядка 1400 — 1600 °C

обеспечивают возможность изготовления сварных конструкций.



Комплекс конструкционных свойств:

- прочность;
- пластичность;
- вязкость

Необходимые конструкционные свойства стали достигаются путем изменения содержания углерода и легированием.



обеспечивают работоспособность сварных конструкций.

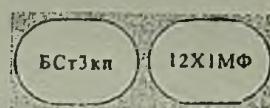
К особым свойствам сталей относятся:

- теплостойкость;
- жаростойкость;
- жаропрочность;
- коррозионная стойкость.

Особые свойства сталей достигаются путем легирования.



Буквенно-цифровая марка определяет химический состав, свойства и назначение стали.



Понятие о свариваемости сталей

Свариваемость стали характеризует возможность получения сварного соединения требуемого качества и с необходимыми свойствами.

Свариваемость стали тем выше, чем:

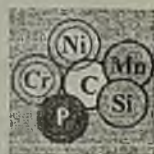
- проще технология сварки;
- большее количество способов сварки может быть использовано;
- шире область параметров режимов сварки;
- шире номенклатура изделий, в которых могут быть использованы сварные соединения.

Если сталь плохо сваривается, то в сварном соединении могут возникать поры, трещины и другие дефекты.

Трещины в сварном шве



Свариваемость стали в значительной степени определяется ее химическим составом.

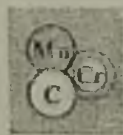


С увеличением содержания углерода, а также ряда легирующих элементов свариваемость сталей ухудшается.

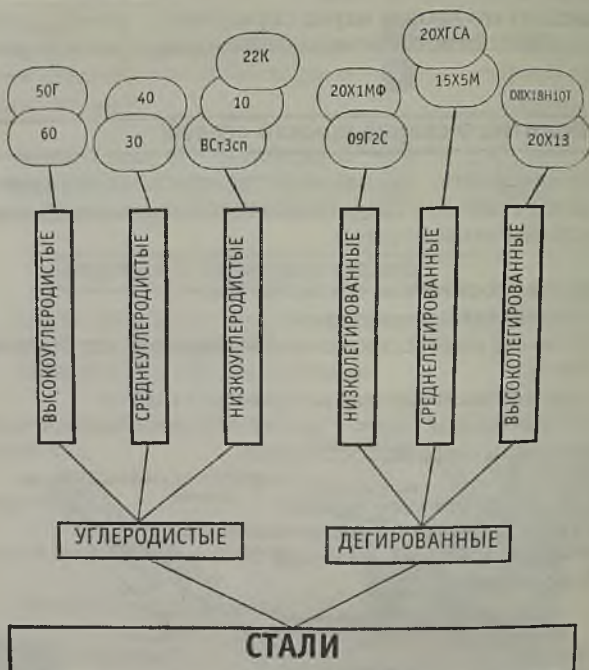
По свариваемости стали можно разделить на свариваемые

- хорошо,
- удовлетворительно,
- плохо, а также на несвариваемые.

Классификация сталей по химическому составу



В зависимости от химического состава стали делятся на две большие группы: стали **углеродистые** и **легированные**.



Углеродистые стали

Углеродистые стали разделяют на:

низкоуглеродистые
(содержание углерода
до 0,25 %);



среднеуглеродистые
(содержание углерода от 0,25
до 0,45 %);



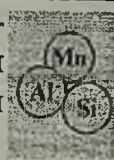
высокоуглеродистые
(содержание углерода от 0,45
до 0,7 %).



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

- кипящие,
- полуспокойные,
- спокойные.

Кипящие, полуспокойные и спокойные стали отличаются содержанием технологических примесей.



Степень раскисления указывается в марке стали следующими индексами:

Сталь	Индекс
Кипящая	«кп»
Полуспокойная	«пс»
Спокойная	«сп»

Для сварных конструкций рекомендуется применять **спокойные** стали.

По **качественному признаку** углеродистые стали делятся на:

— стали обыкновенного качества групп А, Б, В;

— качественные стали.

Стали обыкновенного качества групп Б и В используются для сварных конструкций; стали группы А для сварных конструкций не используются.

Качественные стали содержат меньше вредных примесей; применяются для ответственных сварных конструкций.

Маркировка углеродистых сталей

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);

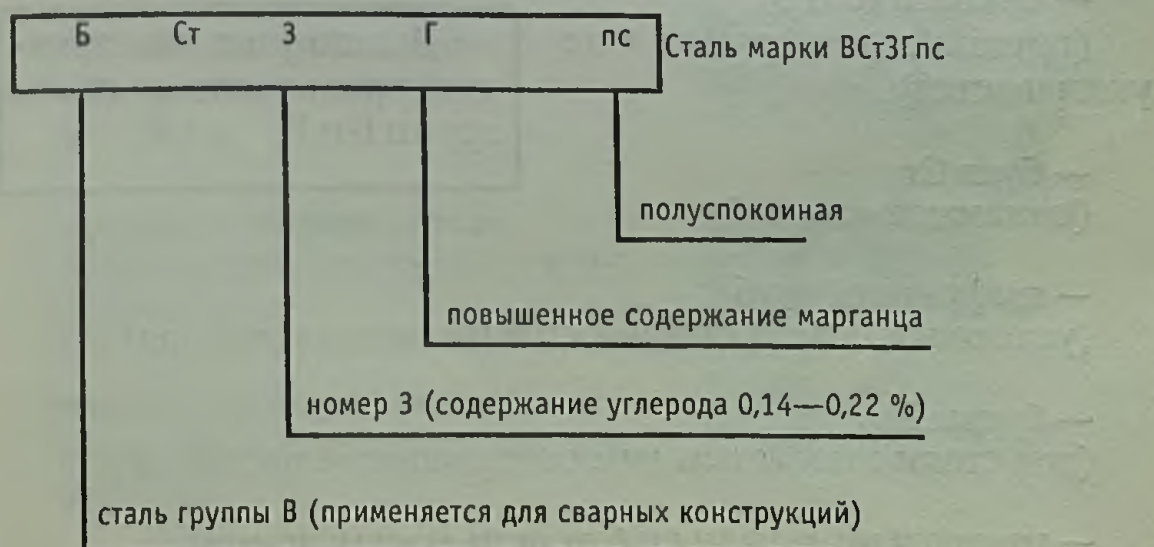
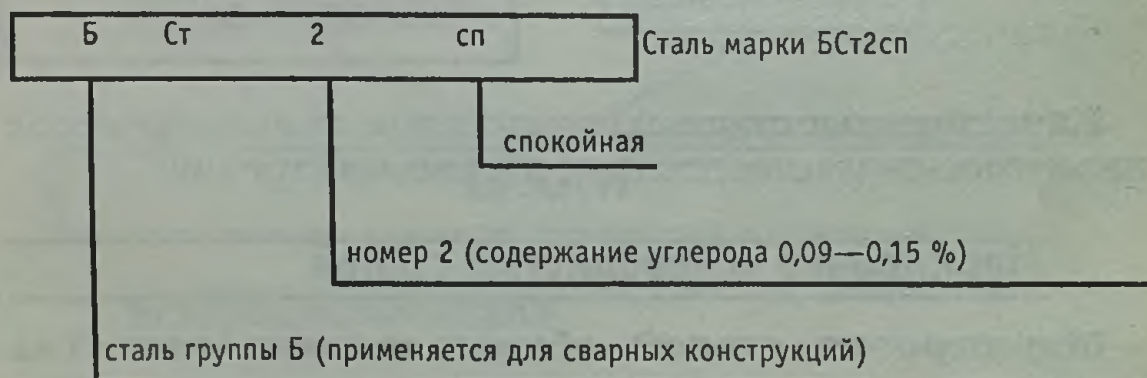
— индекса кп, пс или сп (степень раскисления).

Для сварных конструкций применяются стали групп Б и В.

Содержание углерода в сталях обыкновенного качества по стандарту

Марка стали	Углерод, %
Ст0	<0,23
БСт1сп	0,06—0,12
БСт2сп	0,09—0,15
БСт3сп	0,14—0,22
БСт4сп	0,18—0,27
БСт3сп	0,28—0,37
БСтбсп	0,38—0,49

Примеры маркировки сталей обыкновенного качества



Маркировка качественных сталей состоит из:

— двух цифр
(среднее содержание углерода в сотых долях процента);

— буквы Г
(для стали с повышенным содержанием марганца);

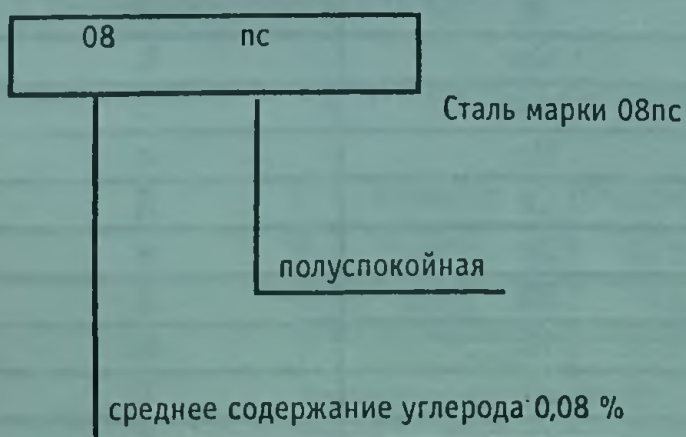
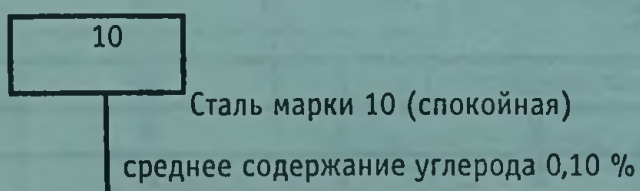
— буквы К
(для т. н. котельных сталей);

— 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
50	0,57—0,65

Примеры маркировки качественных сталей



Легированные стали



Легировующие 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

Первые цифры в марке показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Каждый легирующий элемент обозначается буквой в соответствии с таблицей.

Алюминий	Al	Ю
Азот	N	А
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

Цифры, идущие после буквы указывают на примерное содержание данного легирующего элемента в процентах (если содержание элемента менее 1%, то цифра не ставится).



Буква А, стоящая в конце марок низко- и среднелегированных сталей, свидетельствует о низком содержании вредных примесей.

Примеры маркировки легированных сталей

08	X18	H10	T	Сталь марки 08X18H10T
				Содержание титана не более 1 %
				Содержание никеля 18 %
				Содержание хрома 18 %
				Содержание углерода 0,08 %

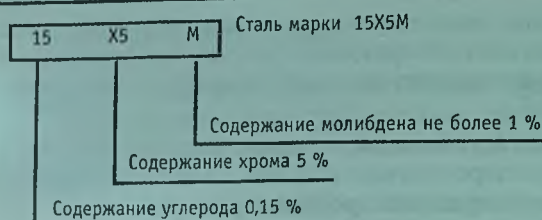
Химический состав стали 08X18H10T по стандарту

Элемент	Содержание, %
Углерод	не более 0,08
Хром	17,0—19,0
Никель	9,0—11,
Титан	0,4—0,7

12	X1	M	Φ	Сталь марки 12X1MΦ
				Содержание ванадия не более 1 %
				Содержание молибдена не более 1 %
				Содержание хрома 1 %
				Содержание углерода 0,12 %

Химический состав стали 12X1MΦ по стандарту

Элемент	Содержание, %
Углерод	0,08—0,15
Хром	0,9—1,2
Молибден	0,25—0,35,
Ванадий	0,15—0,30

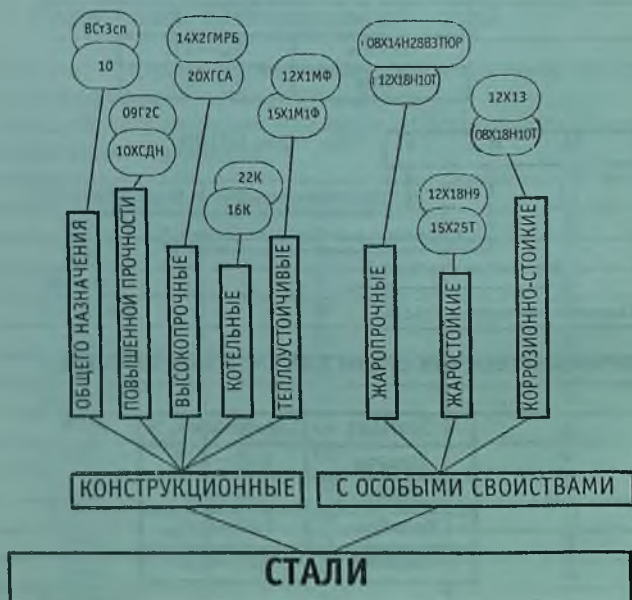


Химический состав стали 15X5M по стандарту

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

Классификация сталей по назначению

В зависимости от назначения стали, применяемые для сварочных конструкций, делаться на **конструкционные** и стали **с особыми свойствами**.



Конструкционные стали

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

Необходимый уровень свойств сварных соединений:

— **прочность** (определяет возможную нагруженность сварных соединений);

— **пластичность и вязкость** (определяют сопротивление сварных соединений разрушению).

достигается:

— изменением содержания углерода и легированием;



— термообработкой сварного соединения

Термообработка — технологический процесс нагрева до определенной температуры, выдержки и охлаждения сварной конструкции.

Конструкционные стали можно разделить на стали:

общего назначения
(ВСтЗсп, 10 и пр.);



Стали общего назначения это углеродистые стали для изготовления неотвественных, слабонагруженных элементов, а также для несущих элементов, работающих при положительных температурах.

Сварные соединения не подвергают термообработке.

— **повышенной прочности**

(09Г2С, 10ХСНД и пр.)

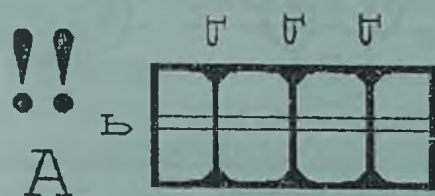


Стали повышенной прочности — это низколегированные стали для изготовления нагруженных ответственных сварных конструкций, в том числе работающих при отрицательных температурах.

Сварочные соединения, как правило, не подвергают термообработке.

— **высокопрочные**

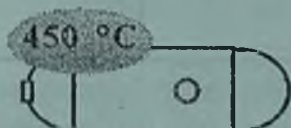
(20ХГСА, 14Х2МРБ и пр.)



Высокопрочные стали — это легированные стали для изготовления высоконагруженных ответственных конструкций, в том числе работающих при ударных нагрузках и низких температурах. Обладают высокой прочностью в сочетании с пластичностью и вязкостью.

— **котельные**

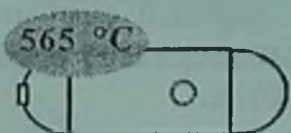
(16К, 22К и пр.);



Котельные стали — это группа низкоуглеродистых качественных сталей, поставляется в виде проката для изготовления сосудов давления, работающих при температуре до 45° С.

— **теплоустойчивые**

(12Х1МФ, 15Х1М1Ф и пр.).



Теплоустойчивые стали — это низко- и среднелегированные стали, содержащие хром, молибден, ванадий, для изготовления энергетического оборудования, работающего при температуре до 565° С.

Стали с особыми свойствами

Стали с особыми свойствами — это высоколегированные стали для изготовления оборудования, работающего в особо неблагоприятных условиях. К сталям с особыми свойствами относят стали:



Необходимое сочетание особых свойств достигается легированием хромом, никелем, титаном и т. п.

— жаропрочные
(12X18H10T, 08X14H28B3ТЮР и пр.);



Жаропрочные стали предназначены для работы в условиях воздействия высоких температур и действия механических нагрузок.

— жаростойкие
(12X18H9T, 15X25T и пр.);



Жаростойкие стали предназначены для работы в малонагруженном состоянии в агрессивных газовых средах при высоких температурах.

— коррозионно-стойкие
(08X18H10T, 12X13 и пр.).



Коррозионно-стойкие стали предназначены для работы в условиях воздействия агрессивных сред.

Контрольные вопросы

Каждый вопрос имеет один или несколько правильных ответов. Выберите верный ответ.

1. Что называется сталью?

а) Любой металл.

б) Сплав железа с углеродом и другими элементами.

в) Сплав на основе никеля.

2. Для чего в сталь добавляют легирующие элементы?

а) Для получения необходимых свойств стали.

б) Для изменения температуры плавления.

в) Для ведения металлургического процесса.

3. Свариваемость стали тем выше, чем:

а) большее количество способов сварки может быть использовано;

б) проще технология сварки;

в) больше углерода содержится в стали.

4. Свариваемость какой стали (Ст3 или 12Х18Н9Т) выше?

а) Стали Ст3.

б) Стали 12Х18Н9Т.

в) Свариваемость одинакова.

5. Сколько углерода содержит сталь 08Х18Н10Т?

а) Не более 8 %.

б) Не более 0,8 %.

в) Не более 0,08 %.

6. К какому классу относится сталь Ст3?

а) Конструкционная.

б) Коррозионно—стойкая.

в) Жаростойкая.

7. Коррозионно-стойкие стали предназначены для работы:

а) в условиях воздействия агрессивных сред;

б) в малонагруженном состоянии в агрессивных газовых средах при высоких температурах;

в) в условиях воздействия высоких температур и действия механических нагрузок.

8. Температура плавления стали находится в промежутке:

а) $900^{\circ} - 1000^{\circ} \text{C}$;

б) $1400^{\circ} - 1600^{\circ} \text{C}$;

в) $1600^{\circ} - 1700^{\circ} \text{C}$.

9. С увеличением содержания углерода, а также ряда легирующих элементов свариваемость сталей:

а) улучшается;

б) ухудшается;

в) не изменяется.

10. Высокая электропроводность характерна для:

а) всех сталей;

б) только для легированных сталей;

в) только для углеродистых сталей.

УЧЕБНЫЙ ЭЛЕМЕНТ: ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Код: 01-23

Цели занятия

Изучив данный учебный элемент, вы будете знать:

- что такое низкоуглеродистые стали;
- основные свойства низкоуглеродистых сталей;
- как классифицируются и маркируются низкоуглеродистые стали;
- как используются низкоуглеродистые стали.

Сопутствующие учебные элементы и пособия

- «Стали и их классификация».

Определение низкоуглеродистых сталей

Низкоуглеродистые стали - это стали с содержанием углерода до 0,25 %.

Низкоуглеродистые стали хорошо свариваются.

По **качественному признаку** низкоуглеродистые стали бывают:

- **обыкновенного качества;**
- **качественными;**

Стали **обыкновенного качества и качественные** стали маркируются по-разному.

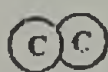
По особенностям технологии выплавки (степени раскисления) различают стали:

- кипящие;
- полуспокойные;
- спокойные.

Кипящие, полуспокойные и спокойные стали отличаются содержанием технологических примесей.

Свойства низкоуглеродистых сталей определяются:

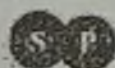
- содержанием углерода;



- степенью раскисления и содержанием технологических примесей; *кп, пс, сп*



- содержанием вредных примесей.



Основные механические свойства

Механические свойства металла — характеристики, определяющие определение металла при нагружении и его сопротивление возможному разрушению.

Основные механические свойства, определяемые для низкоуглеродистых сталей

Характеристика	Обозначение	Размерность
Предел текучести	σ_T	МПа
Предел прочности	σ_B	МПа
Относительное удлинение при разрыве	δ_5	Безразмерная
Относительное сужение при разрыве	ψ	Безразмерная
Ударная вязкость	a_K	МДж/м ²

σ_T Предел текучести стали характеризует уровень безопасных нагрузок для конструкции из этой стали.

σ_B Предел прочности стали характеризует уровень нагрузок, приводящих к разрушению конструкции из этой стали.

δ^5 **Относительное удлинение при разрыве и относительное сужение при разрыве** стали характеризуют способность стальной конструкции изменять форму и размеры.

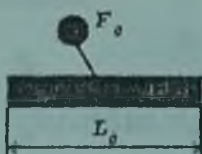
a_n **Ударная вязкость** стали характеризует способность стали сопротивляться разрушению при ударных нагрузках или при низких температурах.

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

Схема испытания цилиндрического образца на растяжение

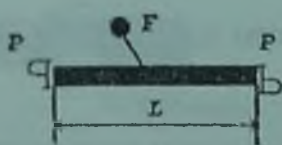
Изменение длины (L) и площади поперечного сечения (F) образца:

до нагружения;

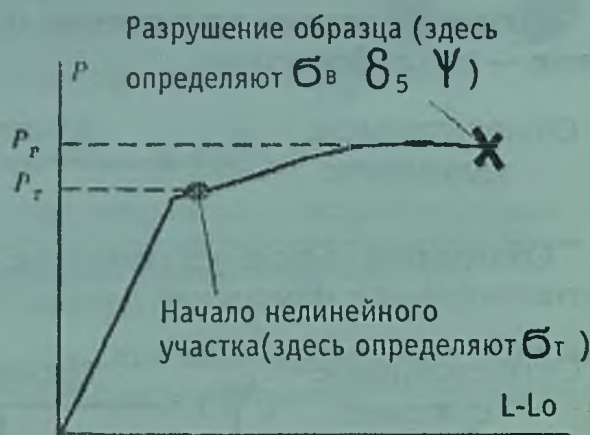
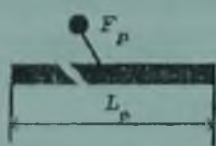


Зависимость растягивающей силы (P) от приращения длины образца ($L-L_0$).

при нагружении;



после разрыва.



Определение предела текучести и предела прочности

Предел текучести и предел прочности - это напряжения.

$$\text{Предел текучести } (\sigma_T) = \frac{\text{Сила}(P_T)}{\text{Площадь}(F_0)} .$$

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

$$\text{Предел текучести } (\sigma_B) = \frac{\text{Сила}(P_B)}{\text{Площадь}(F_0)} .$$

Предел прочности — это отношение разрушающей образец силы к его начальной площади.

Предел текучести и предел прочности:

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

Определение относительного удлинения и сужения при разрыве

Изменение формы и размеров тела при нагружении называется **деформацией**.

Относительное удлинение и относительное сужение — это деформации.

$$\text{Относительное удлинение } (\sigma_5) = \frac{\text{Длина}(L_P) - \text{Длина}(L_0)}{\text{Длина}(L_0)} .$$

Относительное удлинение при разрыве — это относительное изменение длины образца при разрыве.

$$\text{Относительное сужение } (\psi) = \frac{\text{Площадь}(F_0) - \text{Площадь}(F_P)}{\text{Площадь}(F_0)} .$$

Относительное сужение при разрыве — это относительное изменение площади поперечного сечения образца при разрыве.

Относительное удлинение и относительное сужение при разрыве:

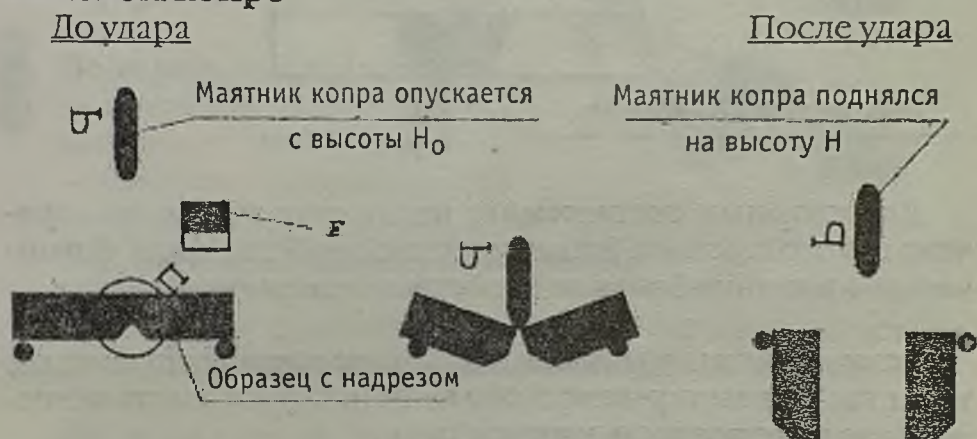
- характеризуют способность металла деформироваться вплоть до момента разрушения;
- это характеристики пластичности стали.

Определение ударной вязкости

Ударная вязкость - это удельная энергия.

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

Схема определения ударной вязкости на маятниковом копре



Энергия, затраченная на разрушение, $= Mg (H_0 - H)$.

M — масса маятника;

g — ускорение свободного падения.

$$\text{Ударная вязкость } (a_n) = \frac{\text{Энергия, затраченная на разрушение}}{\text{Площадь сечения образца } (F)}$$

a_n **Ударная вязкость** — удельная энергия, идущая на разрушение материала при ударном нагружении.

Ударная вязкость:

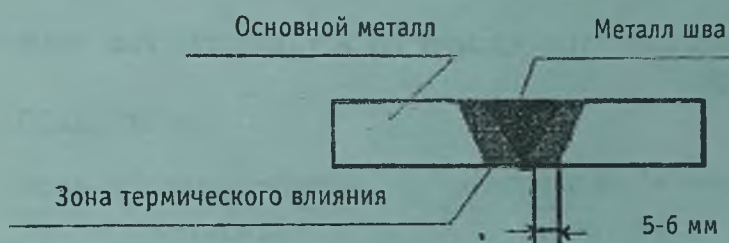
- характеризует способность металла поглощать энергию при ударном нагружении;
- это характеристика вязкости стали.

Влияние сварочного нагрева

В сварном соединении выделяют наплавленный металл шва, зону термического влияния, основной металл.

Зона термического влияния — зона металла, прилегающая к металлу шва, структура и свойства которой изменились в результате сварки.

При ручной дуговой сварке **ширина зоны термического влияния** составляет **5 — 6 мм**.



Для сварных соединений, изготавливаемых из горячекатаного проката, механические свойства зоны термического влияния близки к свойствам основного металла.

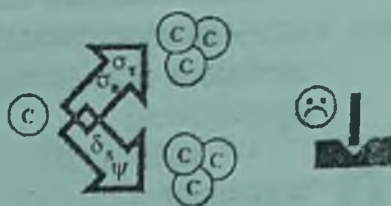
Если в стали повышено содержание вредных примесей, то металл зоны термического влияния будет иметь пониженную пластичность и вязкость.

Снижение характеристик пластичность и вязкости стали называется **охрупчиванием**.

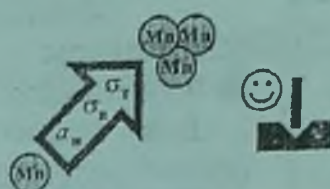
Влияние углерода и примесей на свойства низкоуглеродистых сталей

Механические свойства низкоуглеродистых сталей зависят от содержания углерода и примесей.

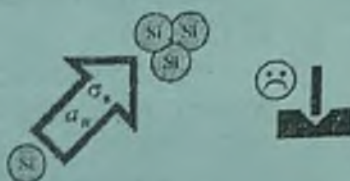
- Ⓒ **Углерод:**
- повышает прочность;
 - снижает пластичность;
 - ухудшает свариваемость.



- Ⓜп **Марганец:**
- повышает прочность;
 - повышает ударную вязкость;
 - улучшает свариваемость.



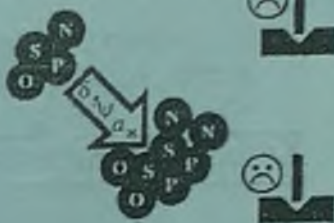
- Ⓢп **Кремний:**
- повышает предел прочности;
 - повышает ударную вязкость;
 - ухудшает свариваемость.



- Ⓢ Ⓟ **Сера и фосфор:**
- снижают пластичность и вязкость;
 - ухудшают свариваемость.



- Ⓜ Ⓢ Ⓟ Ⓝ **Водород, кислород, азот:**
- снижают пластичность и вязкость;
 - ухудшают свариваемость.



Влияние степени раскисления

По степени раскисления низкоуглеродистые стали делят на **кипящие, спокойные и полуспокойные**.

Кипящая сталь (плавка сопровождается выделением газов):

- получается при неполном раскислении металла марганцем;
- имеет повышенное содержание серы и фосфора;
- склонна к охрупчиванию зоны термического влияния;
- охрупчивается при низких температурах.

КП



СП

Спокойная сталь:

— получается при раскислении металла марганцем, алюминием, кремнием;

— имеет пониженное содержание серы и фосфора;

— обладает оптимальным сочетанием характеристик прочности и пластичности.

Для сварных конструкций рекомендуется применять **спокойные** стали.

Полуспокойная сталь:

— получается при раскислении металла марганцем и алюминием;

ПС

— по своим свойствам занимает промежуточное положение между кипящей и спокойной сталями;

— находит ограниченное применение при изготовлении сварных конструкций.



Стали обыкновенного качества

Стали **обыкновенного качества** подразделяются на группы А, Б и В в зависимости от типа поставки.

Группа	Тип поставки
А	По механическим свойствам
Б	По химическому составу
В	По механическим свойствам и химическому составу

Сталь группы А **Не применяется** для сварных конструкций.

Сталь группы Б Применяется для **неответственных** сварных конструкций.

Сталь группы В Применяется для **ответственных** сварных конструкций.

Химический состав низкоуглеродистых сталей обыкновенного качества (группы Б и В)

Марка стали	Содержание, %				
	C	Mn	Si	P, не более	S, не более
Ст0	Не более 0,23	—	—	0,07	0,06
Ст1кп	0,06-0,12	0,25-0,50	Не более 0,05	0,04	0,05
Ст1пс	0,06-0,12	0,25-0,50	0,05-0,17	0,04	0,05
Ст1сп	0,06-0,12	0,25-0,50	0,12-0,30	0,04	0,05
Ст2кп	0,09-0,15	0,25-0,50	Не более 0,07	0,04	0,05
Ст2пс	0,09-0,15	0,25-0,50	0,05-0,17	0,04	0,05
Ст2сп	0,09-0,15	0,25-0,50	0,12-0,30	0,04	0,05
Ст3кп	0,14-0,22	0,30-0,60	Не более 0,07	0,04	0,05
Ст3пс	0,14-0,22	0,40-0,65	0,05-0,17	0,04	0,05
Ст3сп	0,14-0,22	0,40-0,65	0,12-0,30	0,04	0,05
Ст3Гпс	0,14-0,22	0,80-1,10	Не более 0,15	0,04	0,05
Ст4кп	0,18-0,27	0,40-0,70	Не более 0,07	0,04	0,05
Ст4пс	0,18-0,27	0,40-0,70	0,05-0,17	0,04	0,05
Ст4сп	0,18-0,27	0,40-0,70	0,12-0,30	0,04	0,05

Стали обыкновенного качества поставляются в виде листового и фасонного проката.

Для сталей группы В определяют:

- предел прочности σ_B ;
- предел текучести σ_T ;
- относительное удлинение при разрыве δ_5 .

Механические свойства низкоуглеродистых сталей обыкновенного качества группы В (горячекатаный прокат)

Марка стали	Предел прочности σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа для толщин, мм			Относительное удлинение при разрыве δ_5 , % для толщин, мм		
		менее 20	20-40	40-100	менее 20	20-40	40-100
		Не менее			Не менее		
Ст0	не менее 300	—	—	—	23	22	202
Ст1кп	300-390	—	—	—	35	34	32
Ст1пс	310-410	—	—	—	34	33	31
Ст1сп	310-410	—	—	—	34	33	31
Ст2кп	320-410	215	205	195	33	32	30
Ст2пс	330-430	225	215	205	32	31	29
Ст2сп	330-430	225	215	205	32	31	29
Ст3кп	360-460	235	225	215	27	26	24
Ст3пс	370-480	245	235	225	26	25	23
Ст3сп	370-480	245	235	225	26	25	23
Ст3Гпс	370-490	245	235	225	26	25	23
Ст4кп	400-510	255	245	235	25	24	22
Ст4пс	410-530	265	255	245	24	23	21
Ст4сп	410-530	265	255	245	24	23	21

Низкоуглеродистые стали обыкновенного качества применяются для нагруженных и ненагруженных элементов сварных конструкций, работающих при положительных температурах.

Сварные соединения после сварки не термообработывают.

Качественные стали

По сравнению со сталями обыкновенного качества **качественные** стали:

- содержат меньше вредных примесей;
- применяются для ответственных сварных конструкций.

Качественные стали делятся на стали:

- с нормальным содержанием марганца;
- с повышенным содержанием марганца.



М



⊙ Стали с повышенным содержанием марганца:

- имеют в маркировке букву Г; 20Г
- обладают повышенной прочностью; $\sigma_{\text{т}}$ $\sigma_{\text{в}}$
- лучше свариваются.

Химический состав низкоуглеродистых качественных сталей

Марка стали	Содержание, %				
	C	Mn	Si	P, не более	S, не более
05кп	Не более 0,06	Не более 0,04	Не более 0,03	0,035	0,06
08кп	0,05-0,11	0,25-0,50	Не более 0,03	0,04	0,05
08	0,05-0,12	0,35-0,65	0,17-0,37	0,035	0,05
10кп	0,07-0,14	0,25-0,50	Не более 0,07	0,04	0,05
10	0,07-0,14	0,35-0,65	0,17-0,37	0,035	0,05
15кп	0,12-0,19	0,25-0,50	Не более 0,07	0,04	0,05
15	0,12-0,19	0,35-0,65	0,17-0,37	0,04	0,05
15Г	0,12-0,19	0,70-1,00	0,17-0,37	0,04	0,05
20кп	0,17-0,24	0,25-0,50	Не более 0,07	0,04	0,05
20	0,17-0,24	0,35-0,65	0,17-0,37	0,04	0,05
20Г	0,17-0,24	0,70-1,00	0,17-0,37	0,04	0,05

Качественные стали поставляются в виде листового и фасонного проката, полос, труб.

Для низкоуглеродистых качественных сталей определяют:

- предел прочности $\sigma_{\text{в}}$;
- предел текучести $\sigma_{\text{т}}$;
- относительное удлинение при разрыве δ_5 ;
- относительное сужение при разрыве ψ .

Уровень свойств качественных сталей зависит от вида поставки.

Механические свойства низкоуглеродистых качественных сталей (горячекатаные полосы)

Марка стали	Предел прочности σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение при разрыве δ_5 , %	Относительное сужение при разрыве ψ , %
	Не менее			
05кп	—	—	—	—
08кп	295	175	35	60
08	320	195	33	60
10кп	315	185	33	55
10	335	205	31	55
15кп	355	205	29	55
15	370	225	27	55
15Г	410	245	26	55
20кп	380	225	27	55
20	410	245	25	55
20Г	450	270	24	50

Низкоуглеродистые качественные стали применяются для нагруженных ответственных элементов сварных конструкций, работающих при положительных и отрицательных температурах.

Сварные соединения после сварки не термообработывают.

Котельные стали

Котельные стали — специальная группа качественных низкоуглеродистых сталей, предназначенных для изготовления деталей и частей паровых котлов и сосудов, работающих под давлением и при температурах не выше 450°C.



Поставляются в виде листового горячекатаного проката толщиной от 4 до 60 мм.

В маркировке котельной стали указывается буква К.

Химический состав низкоуглеродистых котельных сталей

Марка стали	Содержание, %				
	C	Mn	Si	P не более	S не более
12K	0,08-0,16	0,40-0,70	0,17-0,37	0,04	0,04
15K	0,12-0,20	0,35-0,65	0,15-0,30	0,04	0,04
16K	0,12-0,20	0,45-0,75	0,17-0,37	0,04	0,04
18K	0,14-0,22	0,55-0,85	0,17-0,37	0,04	0,04
20K	0,16-0,24	0,35-0,65	0,15-0,30	0,04	0,04
22K	0,19-0,26	0,7-1,0	0,17-0,40	0,04	0,04

Для котельных сталей определяют:

- предел прочности σ_B ;
- предел текучести σ_T ;
- относительное удлинение при разрыве δ_5 ;
- ударную вязкость a_K

Механические свойства низкоуглеродистых котельных сталей

Марка стали	σ_B , МПа	δ_5 , %, не менее	σ_T , МПа, для толщин, мм			a_K , МПа, для толщин, мм		
			менее 20	20-40	41-60	менее 20	20-40	41-60
			Не менее			Не менее		
12K	350-440	24	225	215	205	0,78	0,78	0,78
15K	370-480	25	225	215	205	0,68	0,64	0,59
16K	400-490	22	255	245	235	0,67	0,67	0,67
18K	430-520	20	275	265	255	0,59	0,59	0,59
20K	400-510	23	245	235	225	0,59	0,54	0,49
22K	430-590	22	265	265	255	0,59	0,59	0,59

В зависимости от толщины сварные соединения после сварки могут термообработываться.

Контрольные вопросы

Каждый вопрос имеет один или несколько правильных ответов. Выберите верный ответ.

1. Что называется низкоуглеродистой сталью?
 - а) Любая конструкционная сталь.
 - б) Сталь с содержанием углерода до 0,25 %.

в) Сталь с содержанием углерода более 0,25 %.

2. По качественному признаку низкоуглеродистые стали бывают:

- а) обыкновенного качества;
- б) качественными;
- в) легированными.

3. Свойства низкоуглеродистых сталей определяются:

- а) содержанием углерода;
- б) содержанием легирующих элементов;
- в) содержанием вредных примесей.

4. Предел текучести и предел прочности — это:

- а) характеристики прочности стали;
- б) характеристики пластичности стали;
- в) характеристики вязкости стали.

5. Ширина зоны термического влияния при ручной дуговой сварке составляет:

- а) 5—6 мм;
- б) 1—2 мм;
- в) более 10 мм.

6. Углерод:

- а) повышает прочность;
- б) ухудшает свариваемость;
- в) повышает пластичность.

7. Для сварных конструкций рекомендуется применять:

- а) спокойные стали;
- б) полуспокойные стали;
- в) кипящие стали.

8. Сталь группы В:

- а) применяется для ответственных сварных конструкций;
- б) не применяется для сварных конструкций;
- в) применяется только для изготовления сосудов, работающих под давлением.

9. Качественные стали:

- а) имеют пониженное содержание марганца;
- б) содержат меньше вредных примесей;
- в) применяются для ответственных сварных конструкций.

10. Котельные стали:

- а) предназначены для изготовления сосудов, работающих под давлением при температурах до 450°C;
- б) предназначены для изготовления сосудов, работающих под давлением при температурах выше 450°C;
- в) предназначены для изготовления сосудов, содержащих агрессивную среду.