



# КУРС «Материаловедение»

## Тема: стали и серые чугуны

**Казачков Олег Владимирович**, доцент, к.т.н.

Институт лесных, инженерных и строительных наук,  
кафедра технологических и транспортных машин и оборудования  
**kaz @ psu.karelia.ru**



# План лекции: Стали и серые чугуны

- **Классификация, маркировка и область применения углеродистых сталей**
- **Классификация и маркировка и область применения легированных сталей**
- **Классификация и маркировка серых чугунов**



# Ключевые слова

- **Углеродистая сталь обыкновенного качества**
- **Углеродистая сталь качественная**
- **Углеродистая сталь конструкционная**
- **Углеродистая сталь инструментальная**
- **Легированная сталь**
- **Серый чугун**
- **Ковкий чугун**
- **Высокопрочный чугун**



# Классификация сталей по способу производства





# Классификация сталей по химическому составу

**Стали**

**Углеродистые**

Осн. компоненты:  
железо, углерод

**Легированные**

Осн. компоненты:  
железо, углерод, лег.  
эл.



# Классификация углеродистых сталей по назначению

**Углеродистая  
сталь**

**Конструкционная**

**Инструментальн  
ая**



# Классификация углеродистых конструкционных сталей

Углеродистая  
конструкционная  
сталь

Сталь  
обыкновенного  
качества

Сталь  
качественная



# Углеродистые стали обыкновенного качества ( ГОСТ 380 -94 )

- **Маркировка:** буквы Ст и цифры 0, 1, 2...6, определяющие условный номер марки
  - В конце марки указывается способ раскисления  
кп – кипящая, пс – полуспокойная, сп – спокойная
- Допустимое содержание** серы 0,05%, фосфора 0,04%

марки стали	Ст 0	Ст 1	Ст 2	Ст 3	Ст 4	Ст 5	Ст 6
содержание С, %	не более 0,23	0,06-0,12	0,09-0,15	0,14-0,22	0,18-0,27	0,28-0,37	0,38-0,49
$\sigma_{п}$ , МПа	не менее 310	320-420	340-440	380-490	420-540	500-640	не менее 600
$\delta$ , % не менее	20	31	29	23	21	17	12



# Область применения углеродистых сталей обыкновенного качества

Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп,  
Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп,  
Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп,  
Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп,  
Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс,  
Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6пс,  
Ст6сп.

для изготовления проката горячекатаного: сортового, фасонного, толстолистового, тонколистового, широкополосного и холоднокатаного тонколистового, а также слитков, блюмов, слябов, сутунки, заготовок катаной и непрерывнолитой, труб

# Углеродистые качественные стали ( ГОСТ 1050 -74 )

- **Маркировка:** буквы Сталь и две цифры, указывающие среднее содержание углерода в сотых долях – 08, 10, 15, ...70
- **Качество** определяется содержанием вредных примесей - серы и фосфора не более 0,035%

*Состав сталей и их свойства после нормализации*

марка стали	08	10	20	30	40	50	60	70
содержание C, %	0,05-0,12	0,07-0,14	0,17-0,24	0,27-0,35	0,37-0,45	0,47-0,55	0,57-0,65	0,67-0,75
$\sigma_{\text{тн}}$ , МПа	200	210	250	300	340	380	410	430
$\sigma_{\text{в}}$ , МПа	330	340	420	500	580	640	690	730
$\delta$ , %	33	31	25	21	19	14	12	9
$\psi$ , %	60	55	55	50	45	40	35	30

# Применение угл. качественных конструкционных сталей



Марка стали	Область применения
Стали 05, 08, 10	применяют для холодной штамповки различных изделий. Без термической обработки в горячекатаном состоянии их используют для шайб, прокладок, кожухов и других деталей, изготавливаемых холодной деформацией и сваркой.
Стали 15, 20, 25	цементуемые, предназначены для деталей небольшого размера ,например, кулачки, толкатели, малонагруженные шестерни
стали 30, 35, 40, 45, 50, 55	для изготовления деталей небольшого размера, например, шатуны, коленчатые валы, зубчатые колеса, маховики, оси и
Стали 60, 65, 70, 75, 80, 85	применяют в качестве рессорно-пружинных



# Классификация углеродистых инструментальных сталей

**Углеродистая  
инструментальная  
я  
сталь**

**качественная**

**высококачественная  
я**



# Углеродистые инструментальные стали (ГОСТ 1435 – 74)

- **Маркировка:** буква У и число, показывающее среднее содержание углерода в десятых долях %
- **Буква А** в конце маркировки (У10А) показывает, что данная сталь **высококачественная**, т.е. имеет меньше серы и фосфора

марка стали	термическая обработка		твердость, НРС
	$t_{\text{нак}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{отп}}, ^\circ\text{C}$	
У7	800 - 820	150 - 160 275 - 325	61 - 63 48 - 55
У8	780 - 800	150 - 160 200 - 220	61 - 63 57 - 59
У9 - У13	760 - 780	150 - 160 200 - 220	62-63 58-59

# Область применения инструментальных угл. сталей

Марка стали	Назначение
У7, У7А, У8, У8А, У9, У9А	Инструмент: слесарно-монтажный – молотки, кувалды, отвертки, бородки, кернеры, комбинированные плоскогубцы, кусачки, кузнечные штампы
У10, У10А, У11, У11А, У12, У12А	Инструмент: штампы для холодной штамповки, калибры простой формы и пониженных классов точности, напильники, шаберы, холодно-высадочные пуансоны. штемпели
У13, У13А	Инструмент, обладающий повышенной износостойкостью при умеренных нагрузках – напильники, бритвы, хирургический инструмент, шаберы, граверы



# Маркировка легированных сталей

- Легированные стали имеют **буквенно – цифровую** маркировку
- **Углерод** определяется числом в начале марки- если число двузначное , то в сотых %, однозначное – десятых %
- **Буква** определяет легирующий элемент, число после буквы количество элемента в целых %
- При содержании элемента меньше 1,5% число не ставится
- V, W, Ti, Nb, B, N содержатся в сотых долях и маркируются

А	Б	В	Г	Д	К	Н	М	Ю	Р	С	Т	Х	Ф
N	Nb	W	Mn	Cu	Co	Ni	Mo	Al	B	Si	Ti	Cr	V

# Классификация легированной стали по химическому составу

**Легированная сталь**

**Низколегированная**  
**Σл.э. < 2,5%**

**Среднелегированная**  
**Σл.э = 2,5...10%**

**Высоколегированная**  
**Σл.э > 10%**



# Маркировка легированных сталей

- **Буква А** в конце маркировки показывает, что сталь высококачественная
- **Буква А** в начале маркировки показывает, что сталь автоматная
- **Буква Ш** в конце маркировки показывает, что сталь особовысококачественная
- **Буква Ш** в начале маркировки показывает, что сталь шарикоподшипниковая
- **Буква Р** в начале маркировки показывает, что сталь быстрорежущая



# Примеры расшифровки легированных сталей

- **Марка стали 12Х2Н4А**

углерод  $\approx 0,12\%$ , хром  $\approx 2\%$ , никель  $\approx 4\%$ ,  
высококачественная

- **Марка стали 18ХГ Т**

Углерод  $\approx 0,18\%$ , хрома и марганца в  
количестве  $< 1,5\%$ , титан в сотых долях %,   
качественная

- **Марка стали 60С2**



# Классификация чугунов

- **Белые чугуны** – углерод в связанном состоянии в виде цементита
- **Серые чугуны** – углерод в структуре находится в свободном состоянии в виде графита

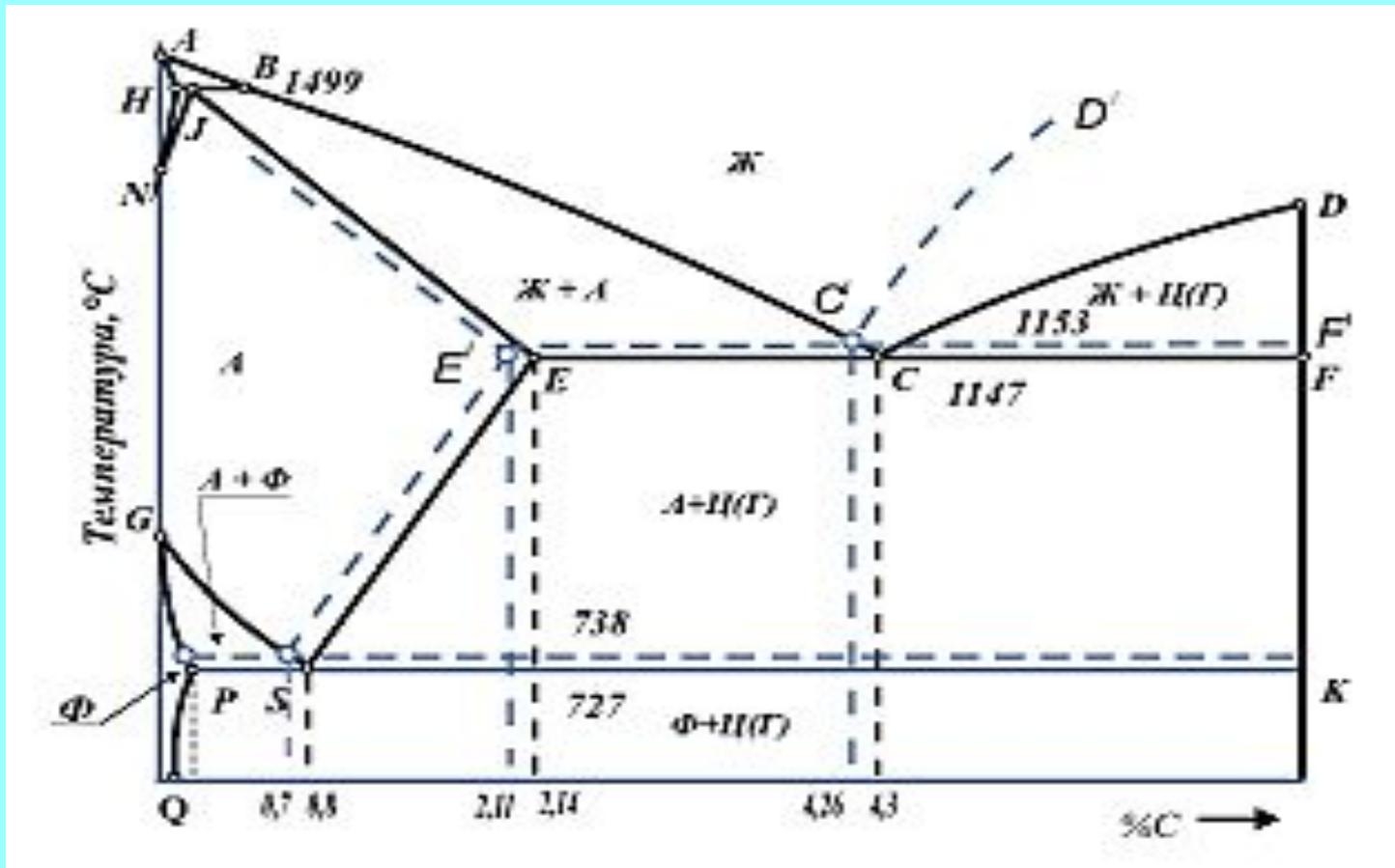
**Серые  
чугуны**

**серые**

**ковкие**

**Высоко-  
прочные**

# Диаграмма состояния сплавов железо - графит



\*

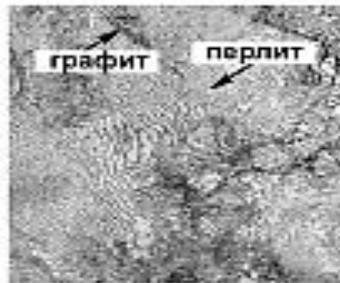
copyright Казачков О.В., ПетрГУ

# Серые чугуны

Графитовые включения имеют **пластинчатую форму**

Получению СЧ способствуют:

- Повышенное содержание кремния и углерода
- Медленное охлаждение
- Хим. состав: 2,9-3,7% С; 1,2-2,6 % Si , 0,5-1,1% Mn



*Серый перлитный*



*Серый феррито-перлитный*



*Серый ферритный*

Маркировка:

СЧ 20

Расшифровка:

Серый чугун

$\sigma_{вр} \approx 200$  МПа

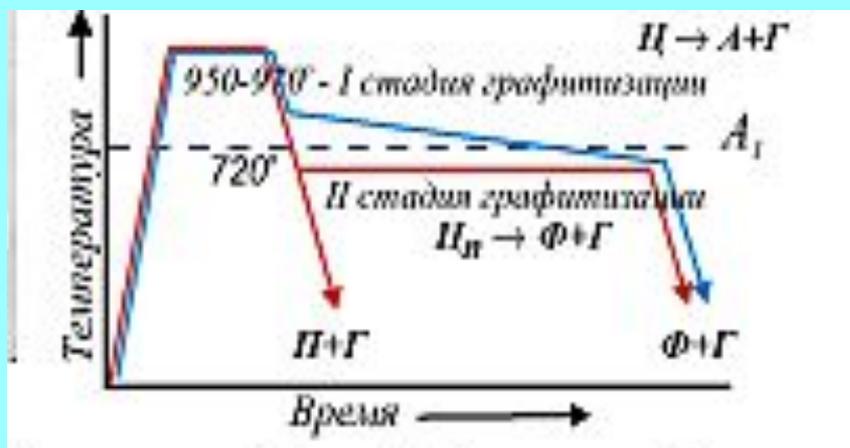
Микроструктуры серых чугунов

\*

copyright Казачков О.В., ПетрГУ

# Ковкие чугуны

- Ковкие чугуны имеют **хлопьевидную форму графита**
- Получают их путем графитизированного отжига (томления) отливок из белого доэвтектического чугуна, содержащего:  
2,4-2,9 % C; 1,0-1,6 % Si , 0,2-1,0% Mn



Маркировка

КЧ 37-12

Расшифровка

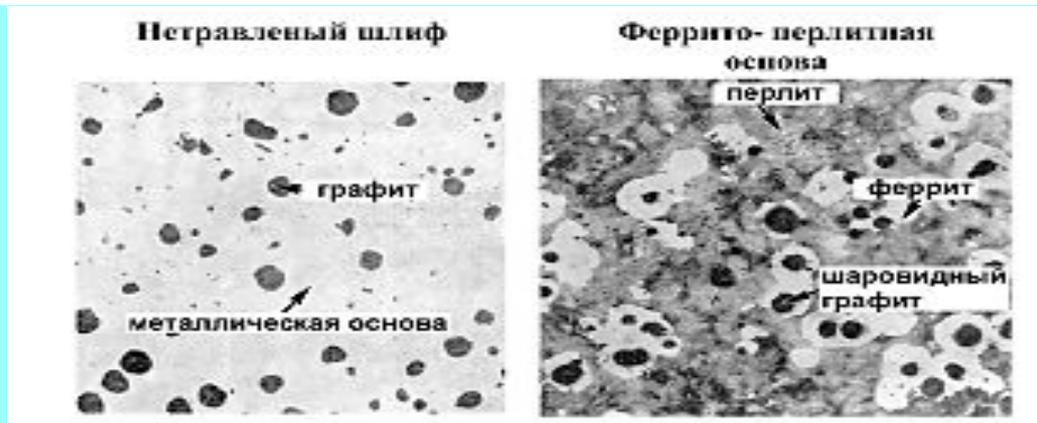
Ковкий чугун

$\sigma_{вр} \approx 370$  МПа

$\delta \approx 12$  %

# Высокопрочные чугуны

- Высокопрочные чугуны имеют **шаровидную форму графита**
- Получают их путем модифицирования магнием или церием
- Химический состав высокопрочного чугуна :
- 3,0-4,0 % C; 2,5-3,8 % Si, 0,2-0,7%Mn, 0,02-0,08%Mg



Маркировка:

**ВЧ 60**

**Высокопрочный**  
**чугун  $\sigma_{вр} \approx 600$  МПа**

# Область применения серых чугунов



Тип чугуна и марки	Свойства и применение
Серые технические СЧ10...СЧ35	фундаментные плиты, литые малонагруженные детали в авто- и сельхозмашиностроении, поршни, цилиндры, направляющие станков, подшипники скольжения
Перлитные высокопрочные ВЧ50...ВЧ120	Заменяют стальной прокат, распределительные и коленчатые валы, крышки и стаканы подшипников, лапки свеклоуборочных комбайнов
Феррито - перлитные высокопрочные ВЧ35...ВЧ45	Заменяют литую сталь, корпуса редукторов, барабанов кронштейнов, подшипников и муфт комбайнов, дисков катков

# Область применения ковких чугунов

Тип чугуна и марки	Свойства и применение
Ферритные ковкие КЧ 30-6, КЧ33-8 КЧ35-10, КЧ37-12	Глушители , фланцы, гаечные ключи, педали, колодки, вентили, муфты Картеры, ступицы, укрюков, задних мостов, кронштейнов
Перлитные ковкие КЧ 50-5, КЧ60-3	Вилки карданных валов, шестерни, поршни, звенья и ролики конвейерных цепей, втулки и муфты
Примечание : Отливки из ковкого чугуна можно получить сечением до 55 мм. Наибольшее распространение получил ферритный ковкий чугун	