

Тема 1.3. Сплавы железа с углеродом.

1. Структуры железоуглеродистых сплавов
2. Компоненты и фазы железоуглеродистых сплавов
3. Процессы при структурообразовании железоуглеродистых сплавов
4. Классификация чугунов, их маркировка и применение.

Железоуглеродистые сплавы

```
graph TD; A[Железоуглеродистые сплавы] --> B[Стали]; A --> C[Чугуны];
```

Стали

Чугуны

Железоуглеродистые сплавы – стали и чугуны – важнейшие металлические сплавы современной техники. Производство чугуна и стали по объему превосходит производство всех других металлов вместе взятых более чем в десять раз.

Диаграмма состояния железо – углерод дает основное представление о строении железоуглеродистых сплавов – сталей и чугунов.

1. Железо – переходный металл серебристо-светлого цвета. Имеет высокую температуру плавления – 1539°C . В твердом состоянии железо может находиться в двух модификациях.

Полиморфные превращения происходят при температурах 911°C и 1392°C . При температуре ниже 911°C Fe_{α} существует с объемно-центрированной кубической решеткой.

В интервале температур $911 \dots 1392^{\circ}\text{C}$ Fe_{γ} устойчивым является с гранецентрированной кубической решеткой. Выше 1392°C железо имеет объемно-центрированную кубическую решетку и называется Fe_{δ} или высокотемпературное Fe_{α} .

Высокотемпературная модификация не представляет собой новой аллотропической формы.

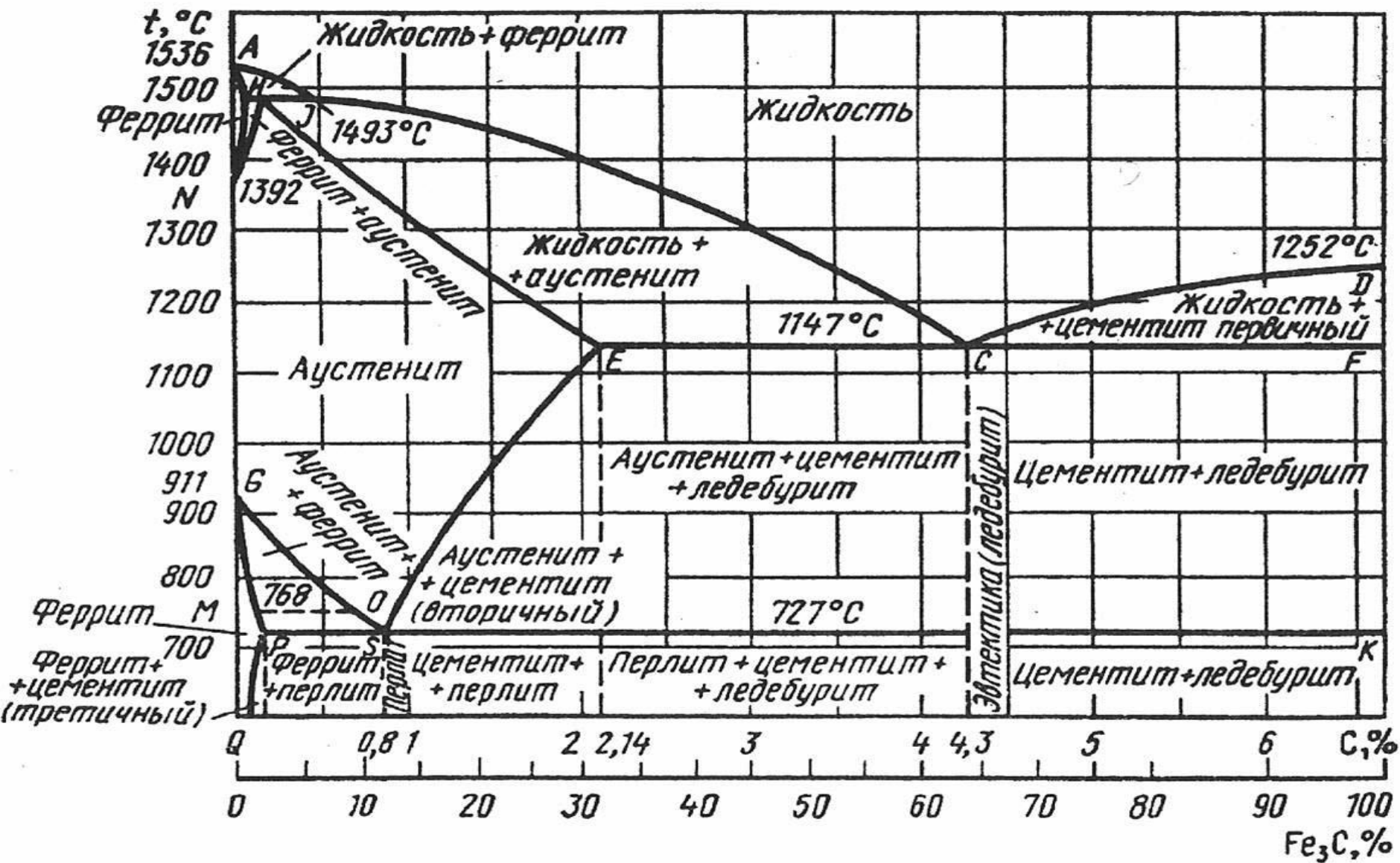
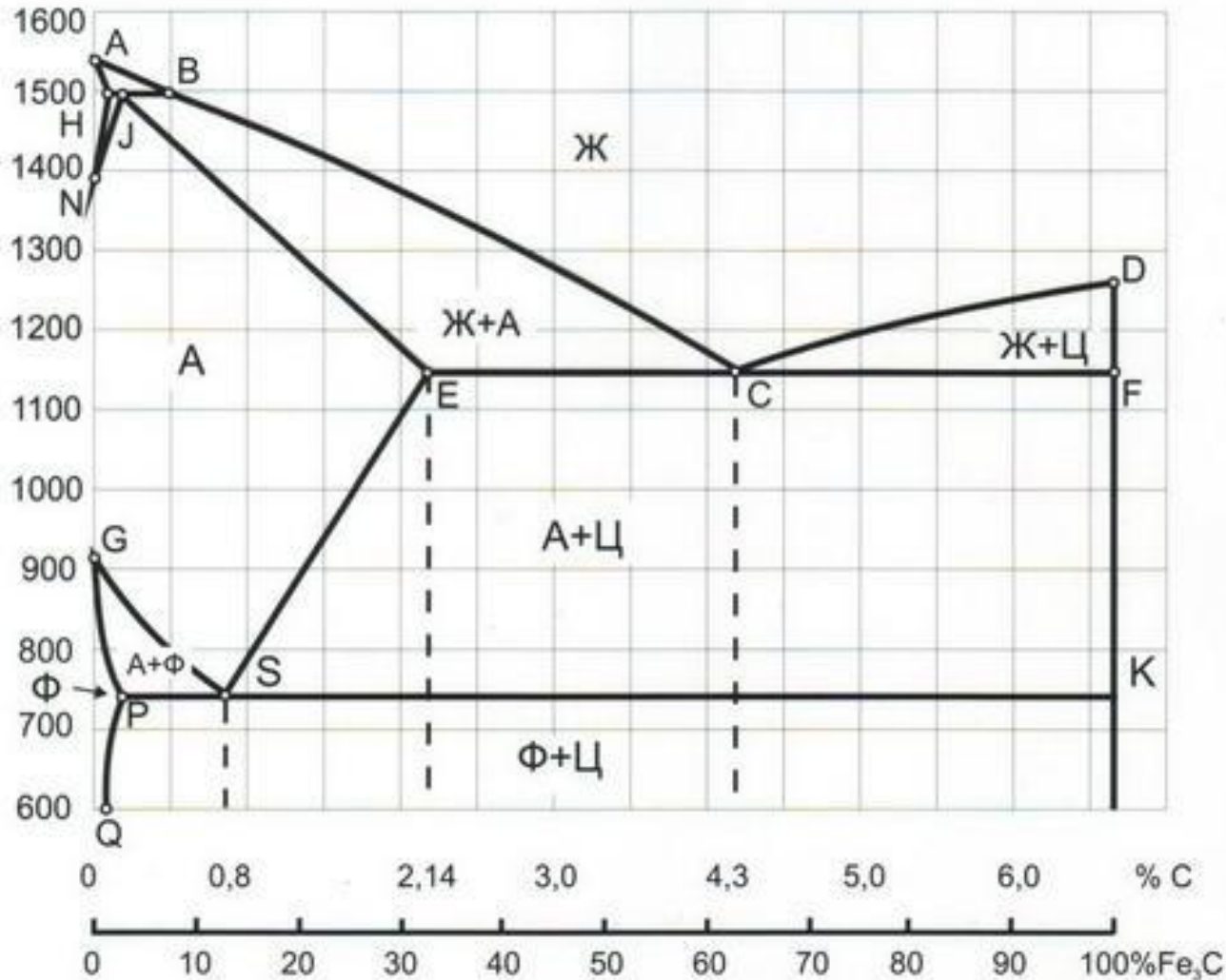


Диаграмма состояния Fe-Fe₃C

Диаграмма состояний железо-цементит



Перитектическое превращение - (линия HJB) - 1499°C;

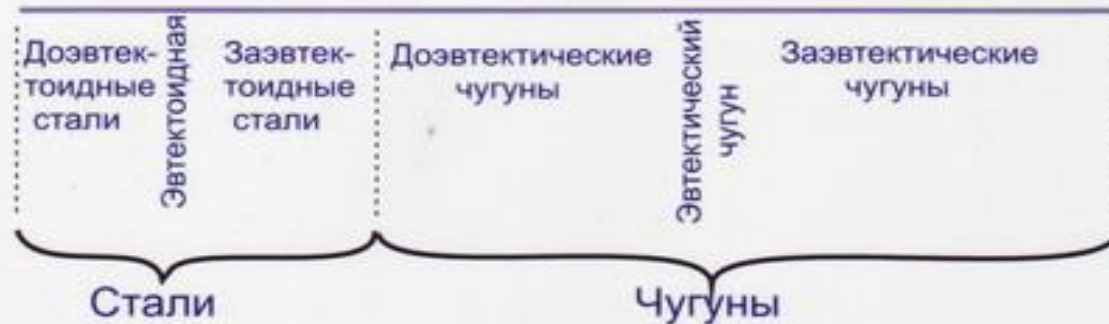
Эвтектическое превращение - (линия ECF) - 1147°C;

Эвтектоидное превращение - (линия PSK) - 727°C;

Эвтектический сплав(с греч.) – хорошо построенный. Эвтектика – это очень мелкая и равномерная механическая смесь двух видов кристаллов, образующихся при одной температуре во время кристаллизации сплава

Структурная диаграмма состояний железо-цементит

Линия *ABCD* – ликвидус системы.
Линия *АНЕССF* – линия солидус.



Фазы в системе железо - углерод

Феррит- твердый раствор углерода в α –железе.

Предельная растворимость углерода 0,02-0,1

Феррит ферромагнитен(точка кюри 768°)

Феррит мягкая пластичная фаза с твердостью HB 80-100



Аустенит- твердый раствор внедрения углерода в γ -железе

Предельная растворимость углерода 2,14%

Пластичен с твердостью HB 160-180



Цементит - карбид железа Fe_3C содержит 6,67%С

Он имеет сложную ромбическую решетку.

Слабо ферромагнитен(точка Кюри $210^\circ C$)

Обладает высокой твердостью (HB 800) и малопластичен.

Графит – углерод, выделяющийся в железоуглеродистых сплавах в свободном состоянии. Он имеет слоистую гексогональную кристаллическую решетку и низкую прочность.

Перлит – механическая смесь феррита и цементита

Ледебурит первичный- механическая смесь аустенита и цементита

Ледебурит вторичный – механическая смесь перлита и цементита

Чугун



Чугун - это сплав железа с углеродом (до 4%) и другими неметаллами.

**Решетка Летнего Сада
в Санкт - Петербурге**

**Чугун широко используется в технике
и для изготовления художественного литья.**



Каслинское художественное литье

Классификация чугунов

Чугуны:

белые, серые, ковкие,
высокопрочные

Чугун отличается от стали: по составу – более высокое содержание углерода и примесей; по технологическим свойствам – более высокие литейные свойства, малая способность к пластической деформации, почти не используется в сварных конструкциях.

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

- **белый чугун** – углерод в связанном состоянии в виде цементита, в изломе имеет белый цвет и металлический блеск;
- **серый чугун** – весь углерод или большая часть находится в свободном состоянии в виде графита, а в связанном состоянии находится не более 0,8 % углерода. Из-за большого количества графита его излом имеет серый цвет;
- **половинчатый** – часть углерода находится в свободном состоянии в форме графита, но не менее 2 % углерода находится в форме цементита. Мало используется в

Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов.

Из рассмотрения структур чугунов можно заключить, что их металлическая основа похожа на структуру эвтектоидной или доэвтектоидной стали или технического железа. Отличаются от стали только наличием графитовых включений, определяющих специальные свойства чугунов.

В зависимости от формы графита и условий его образования различают следующие группы чугунов:

серый – с пластинчатым графитом;

высокопрочный – с шаровидным графитом;

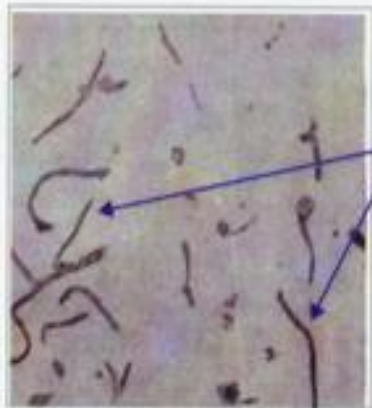
ковкий – с хлопьевидным графитом.

Влияние графита на механические свойства отливок.

Графитовые включения можно рассматривать как соответствующей формы пустоты в структуре чугуна. Около таких дефектов при нагружении концентрируются напряжения.

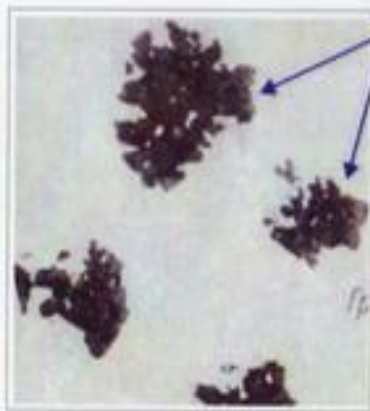
Наличие графита наиболее резко снижает сопротивление при жестких способах нагружения: удар; разрыв. Сопротивление сжатию снижается мало.

Виды включений графита (Нетравленные шлифы)



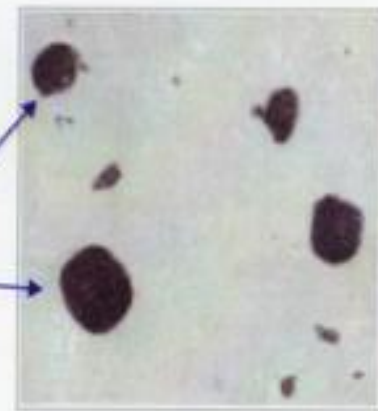
Графит
(пластинчатый)

Серый чугун



Графит
(хлопья)

Ковкий чугун



Графит
(сферический)

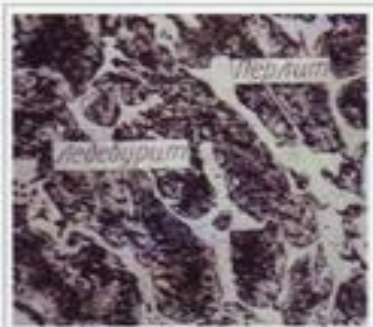
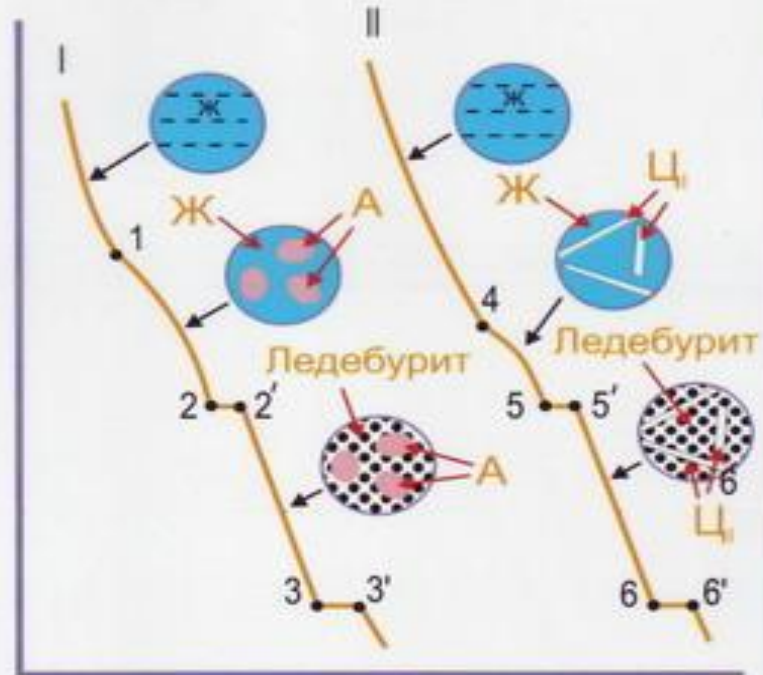
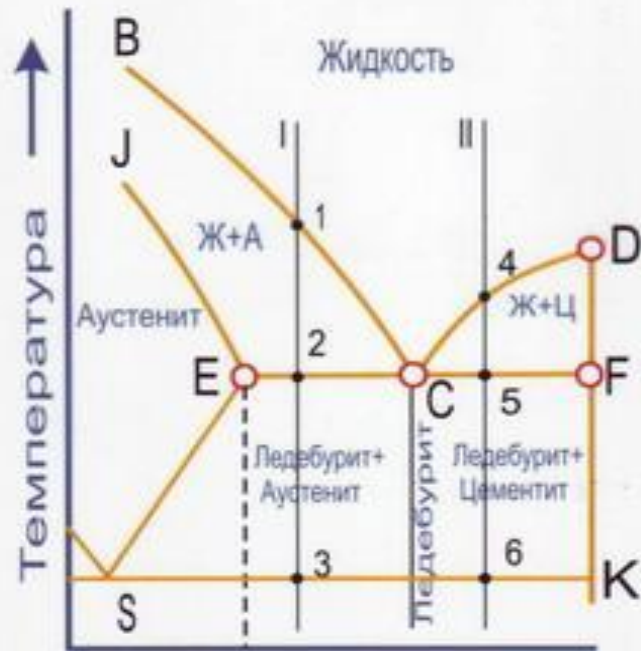
Высокопрочный
чугун

Положительные стороны наличия графита.

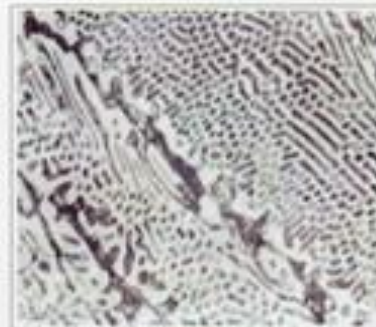
- графит улучшает обрабатываемость резанием, так как образуется ломкая стружка;
- чугун имеет лучшие антифрикционные свойства, по сравнению со сталью, так как наличие графита обеспечивает дополнительную смазку поверхностей трения;
- из-за микропустот, заполненных графитом, чугун хорошо гасит вибрации и имеет повышенную циклическую вязкость;
- детали из чугуна не чувствительны к внешним концентраторам напряжений (выточки, отверстия, переходы в сечениях);
- чугун значительно дешевле стали;

производство изделий из чугуна литьем дешевле изготовления изделий из стальных заготовок обработкой резанием, а также литьем и обработкой давлением с последующей механической обработкой

ПРЕВРАЩЕНИЯ В ЧУГУНАХ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ



ДОЭВТЕКТИЧЕСКИЙ
ЧУГУН



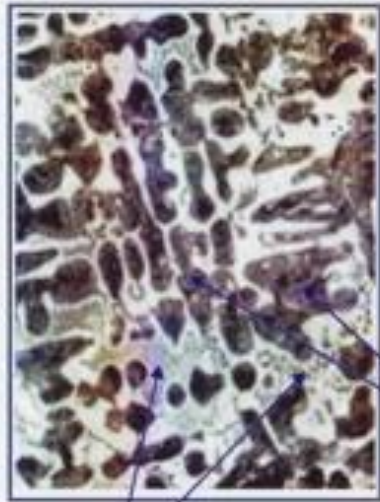
ЭВТЕКТИЧЕСКИЙ
ЧУГУН



ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИЙ
ЧУГУН

МИКРОСТРУКТУРЫ БЕЛЫХ ЧУГУНОВ

Доэвтектический
белый чугун



Перлит

Ледебурит

Эвтектический
белый чугун



Эвтектика
(ледебурит)

Заэвтектический
белый чугун



Ледебурит

Цементит
первичный

Чугуны, кристаллизующиеся в соответствии с диаграммой состояния железо – цементит, отличаются высокой хрупкостью. Цвет их излома – серебристо-белый. Такие чугуны называются белыми чугунами.

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

Серый чугун

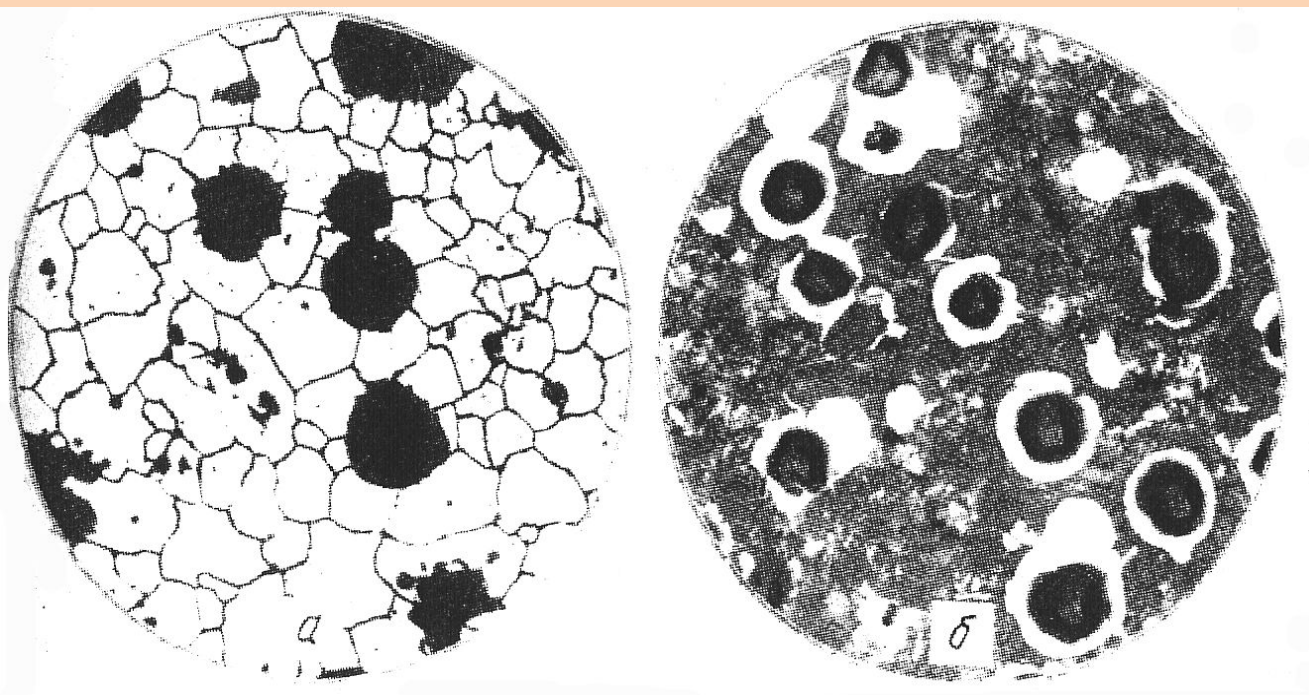


Изготавливают корпусные детали, кронштейны, зубчатые колеса, направляющие; в автостроении - блоки цилиндров, поршневые кольца, распределительные валы.

Обозначаются индексом СЧ (серый чугун) и числом, которое показывает значение предела прочности, умноженное на 10^{-1} **СЧ 15.**

Высокопрочный чугун с шаровидным графитом.

Высокопрочные чугуны (ГОСТ 7293) могут иметь ферритную (ВЧ 35), феррито-перлитную (ВЧ45) и перлитную (ВЧ 80) металлическую основу. Получают эти чугуны из серых, в результате модифицирования магнием или церием (добавляется $0,03...0,07\%$ от массы отливки). По сравнению с серыми чугунами, механические свойства повышаются, это вызвано отсутствием неравномерности в распределении напряжений из-за шаровидной формы графита.

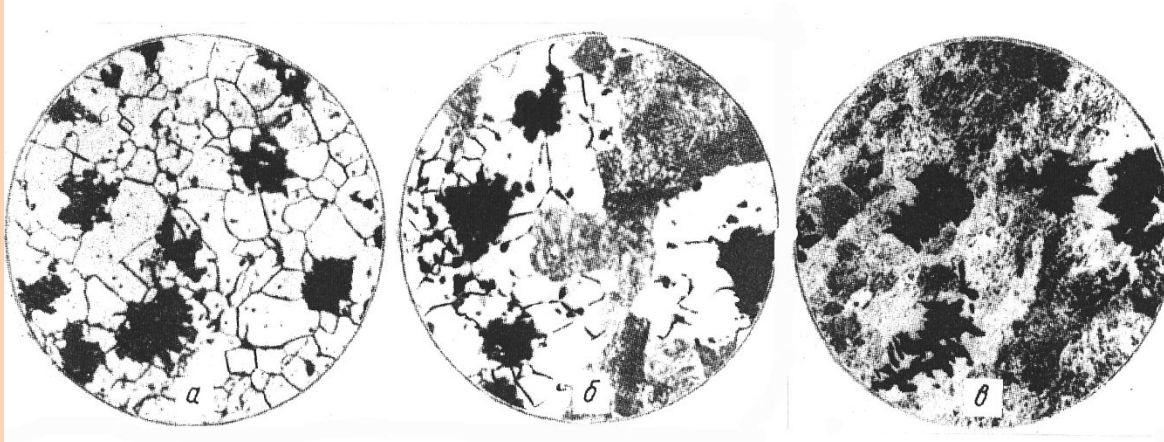


Из **высокопрочного чугуна** изготавливают тонкостенные отливки (поршневые кольца), шаботы ковочных молотов, станины и рамы прессов и прокатных станов, изложницы, резцедержатели, планшайбы.

Отливки коленчатых валов массой до 2..3 т, взамен кованных валов из стали, обладают более высокой циклической вязкостью, малочувствительны к внешним концентраторам напряжения, обладают лучшими антифрикционными свойствами и значительно дешевле.

Обозначаются индексом ВЧ (высокопрочный чугун) и числом, которое показывает значение предела прочности, умноженное на 10^{-1} **ВЧ 100**.

Ковкий чугун



Получают отжигом белого доэвтектического чугуна.

Ковкие чугуны содержат: углерода – 2,4...3,0 %, кремния – 0,8...1,4 %, марганца – 0,3...1,0 %, фосфора – до 0,2 %, серы – до 0,1 %.

По механическим и технологическим свойствам ковкий чугун занимает промежуточное положение между серым чугуном и сталью. Недостатком ковкого чугуна по сравнению с высокопрочным является ограничение толщины стенок для отливки и необходимость отжига.

Из ферритных чугунов изготавливают картеры редукторов, ступицы, крюки, скобы, хомутики, муфты, фланцы.

Из перлитных чугунов, характеризующихся высокой прочностью, достаточной пластичностью, изготавливают вилки карданных валов, тормозные колодки.

Обозначаются индексом КЧ (высокопрочный чугун) и двумя числами, первое из которых показывает значение предела прочности, умноженное на 10^{-1} , а второе – относительное удлинение - КЧ 30 - 6.

Маркировка чугуна.

Серый чугун маркируется буквами СЧ и цифрами, первая из которых характеризует предел прочности чугуна данной марки при растяжении, вторая - при изгибе (кг/мм²). Наибольшее распространение получили чугуны марок: СЧ12-28; СЧ15-32; СЧ18-36; СЧ 21-40; СЧ 24-44; СЧ 28-48; СЧ 32-52; СЧ 38-60.

Высокопрочные чугуны маркируют буквами ВЧ и цифрами, первая из которых характеризует временное сопротивление чугуна при растяжении (кгс/мм²), вторая - относительное удлинение (%). Например, ВЧ 60-2 или ВЧ 40-10.

Ковкие чугуны маркируют буквами КЧ и цифрами, обозначающими временные сопротивления при растяжении (кгс/мм²) и относительное удлинение (%). Примерами марок ковких чугунов могут служить КЧ 38-8; КЧ 35-10; КЧ 37-12; КЧ 30-6 с ферритной металлической основой и КЧ 45-6; КЧ 50-4 и КЧ 60-3, имеющие ферритно-перлитную основу.

углеродом.

Классификация и маркировка сталей.

- Влияние углерода и примесей на свойства сталей
- Назначение легирующих элементов.
- Классификация и маркировка сталей
- Углеродистые стали
- Легированные стали
- Быстрорежущие инструментальные стали
- Шарикоподшипниковые стали

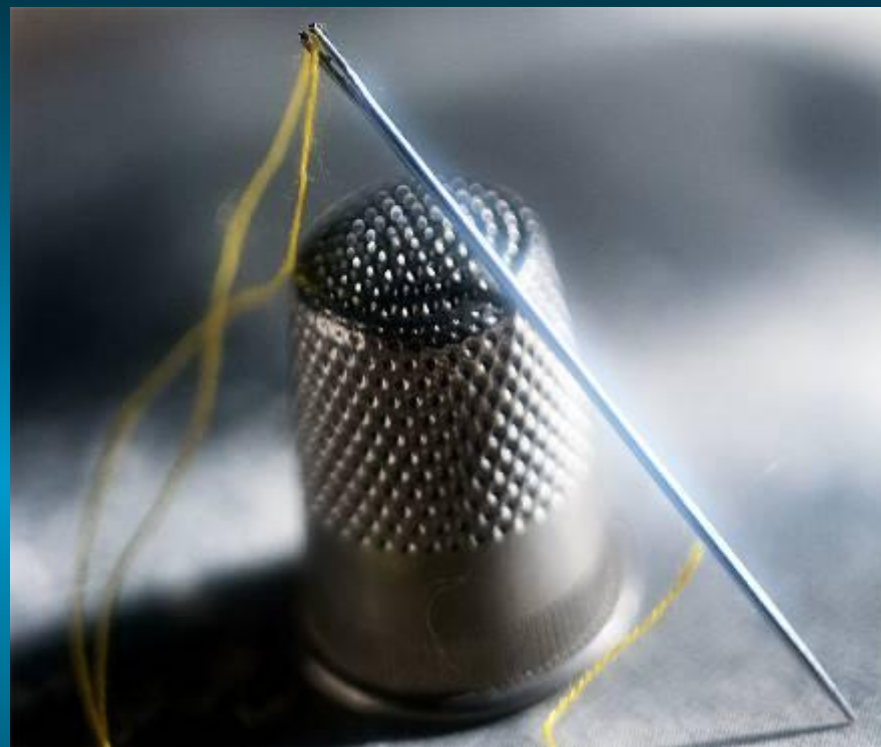
Сплавы и их применение



Сталь – сплав железа с добавками углерода, кремния и других металлов (до 2,5%).



**Из стали делают
бритвенные лезвия.**



**Принадлежности для
шитья тоже делают из
стали.**



**Прочные цепи
делают из стали**



**Некоторые
канцелярские
принадлежности,
например кнопки,
делают из стали**



**Из стали делают
домашнюю утварь.**



**Из стали делают
консервные банки и
консервные ножи.**



В милиции используют стальные наручники



**Хирургические и стоматологические
инструменты делают из стали**

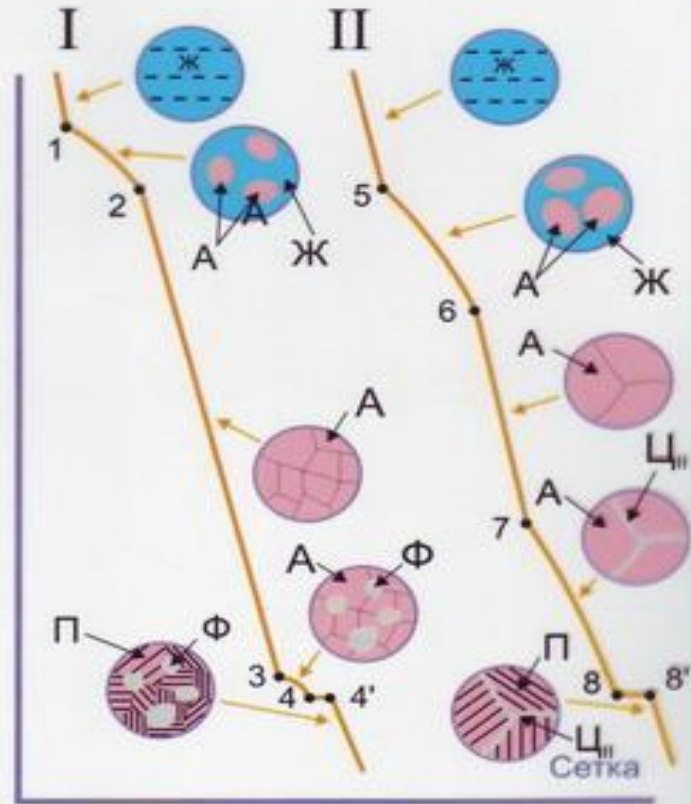
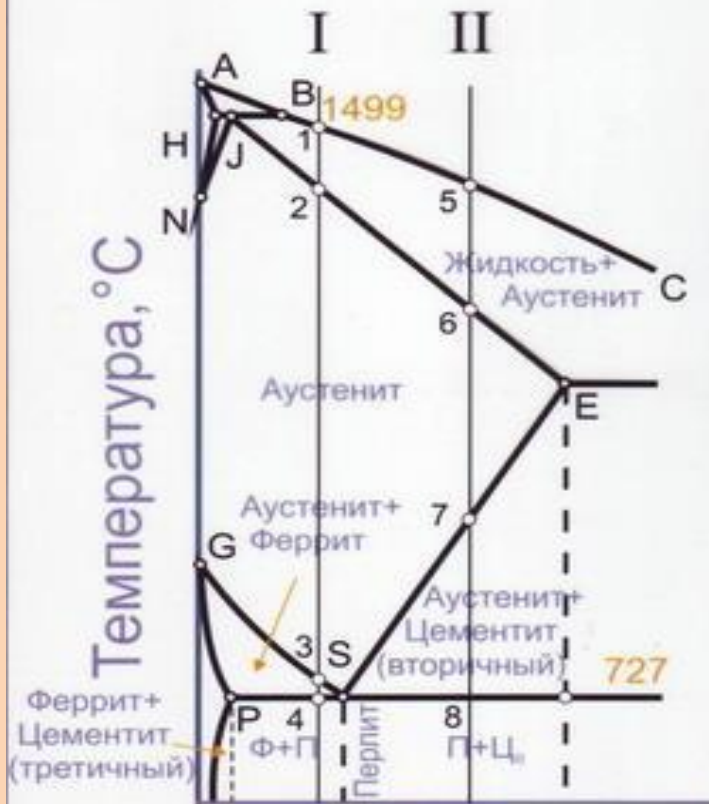
Сталь используется в автомобильной промышленности





Стальные цистерны используют для перевозки концентрированной серной кислоты

ПРЕВРАЩЕНИЯ В СТАЛЯХ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ



ДОЭВТЕКТОИДНАЯ
СТАЛЬ (40)



ЭВТЕКТОИДНАЯ
СТАЛЬ (У8)



ЗАЭВТЕКТОИДНАЯ
СТАЛЬ (У12)

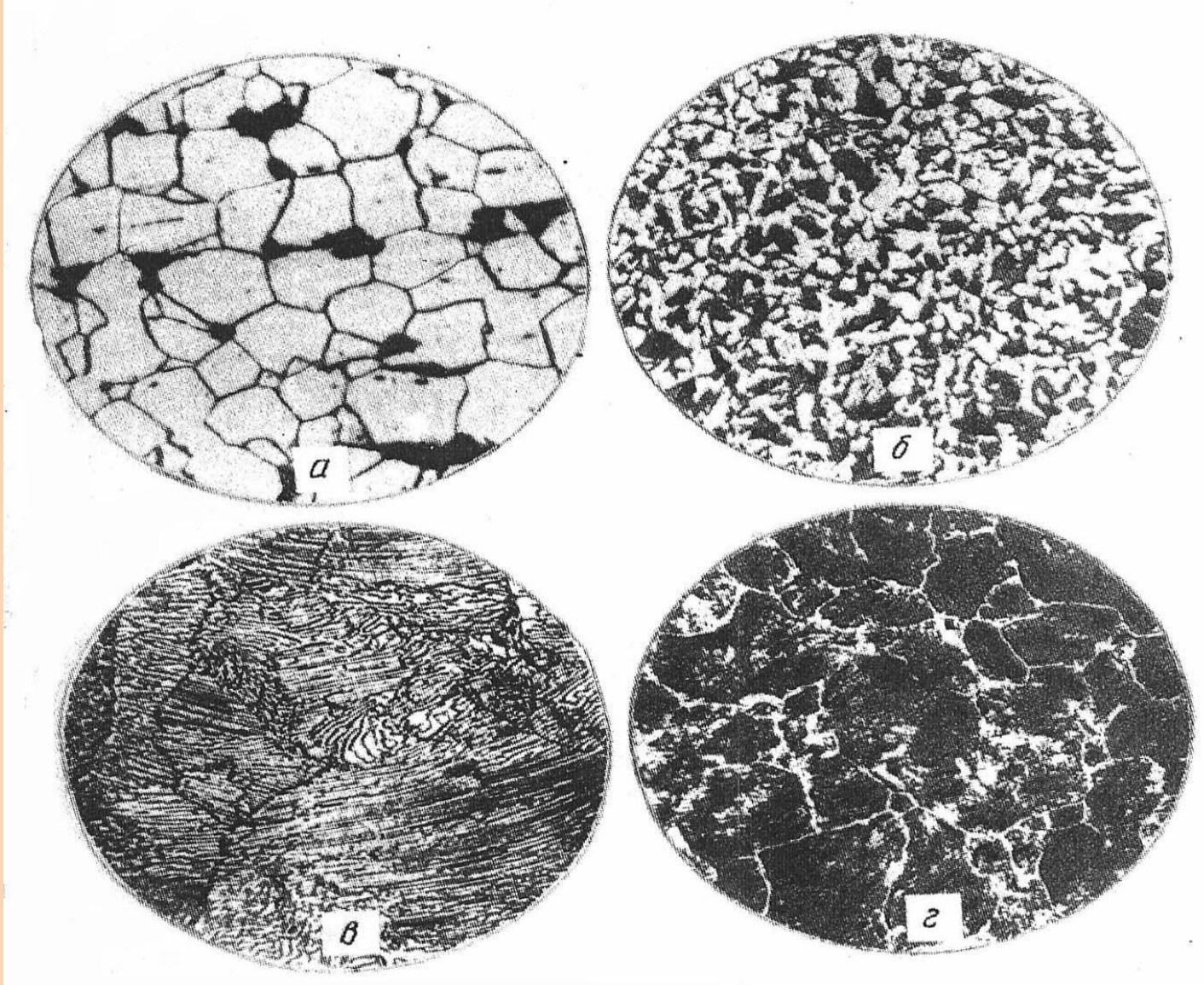
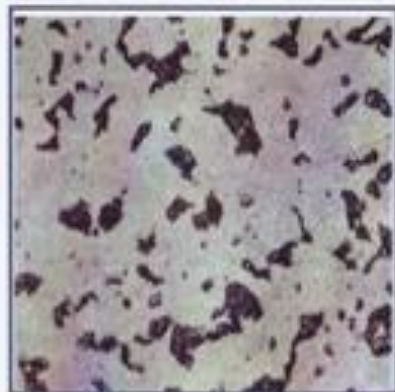


Рис. 22. Микроструктура сталей с различным содержанием углерода

МИКРОСТРУКТУРЫ ДОЭВТЕКТОИДНЫХ СТАЛЕЙ

Светлые зерна - ферритные, темные зерна пластинчатый перлит



Сталь 10



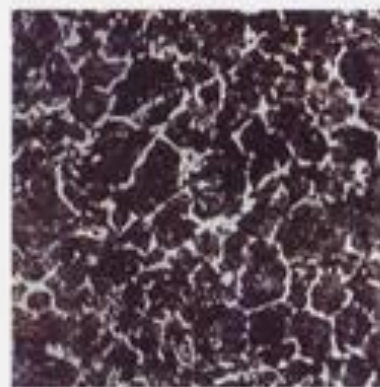
Сталь 20



Сталь 30



Сталь 40



Сталь 60

МИКРОСТРУКТУРЫ ЗАЭВТЕКТОИДНЫХ СТАЛЕЙ



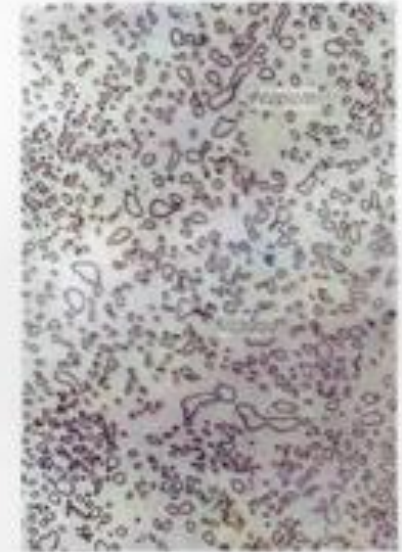
Сталь У8

Пластинчатый перлит

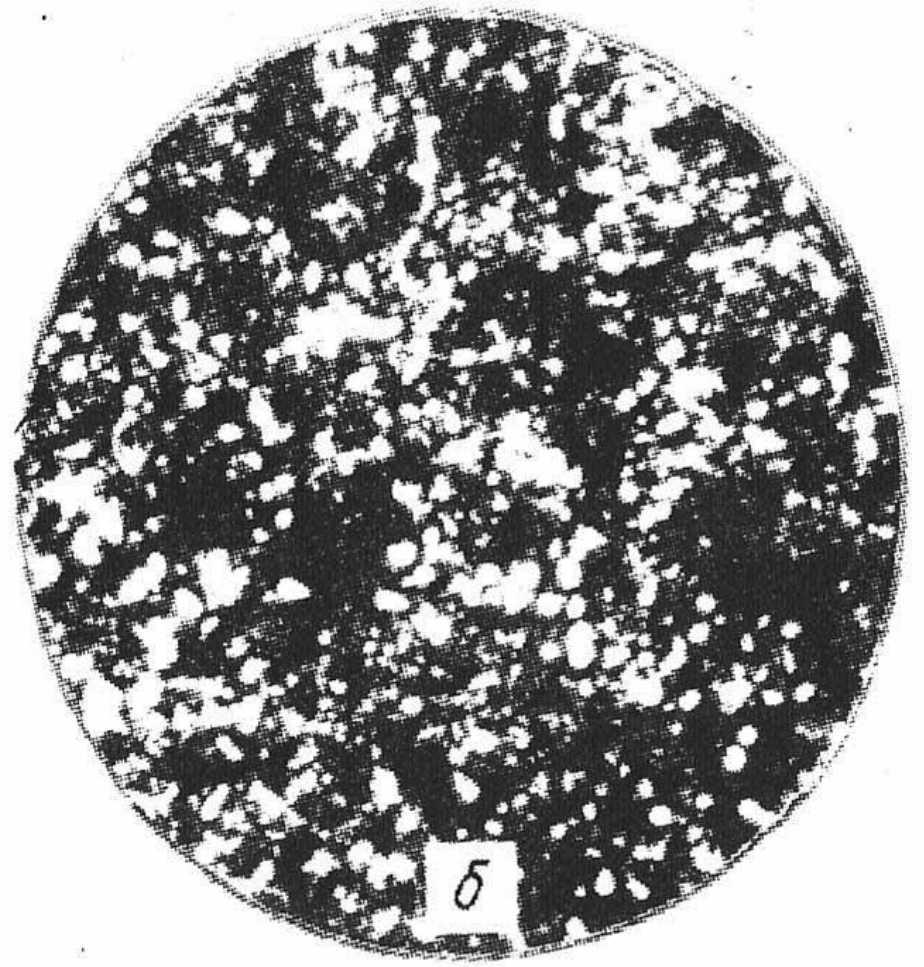
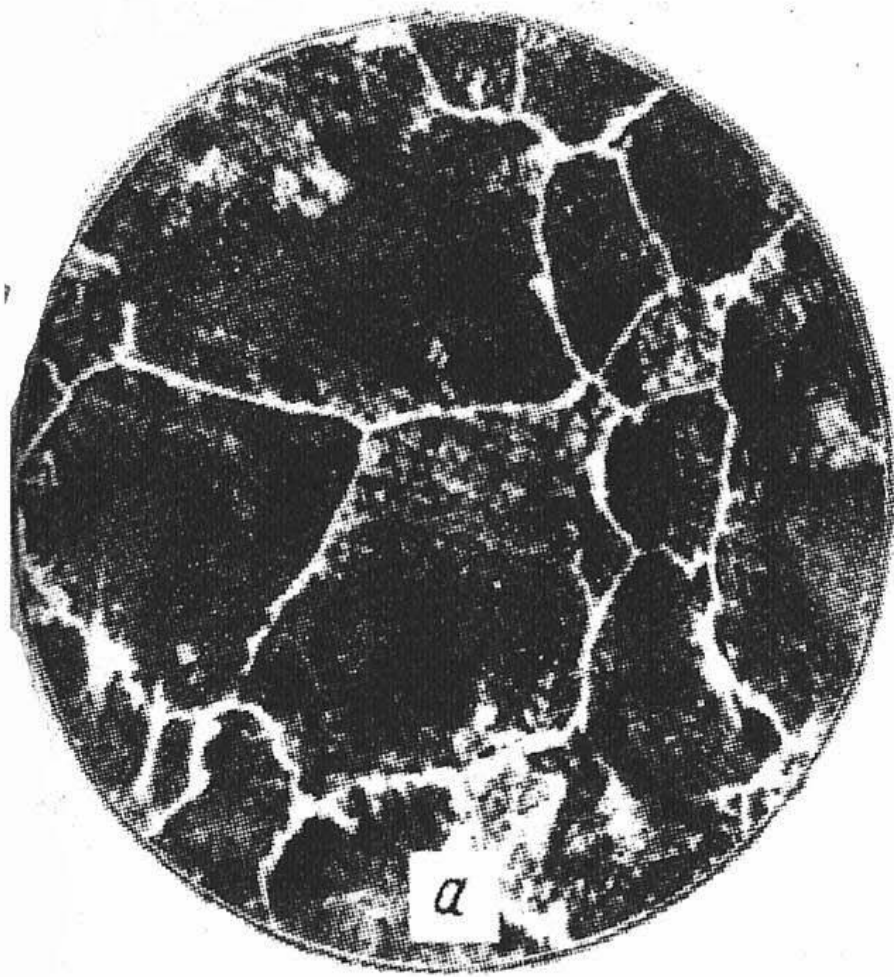


Сталь У12

Пластинчатый перлит
и цементитная сетка



Зернистый перлит



Микроструктура заэвтектоидной стали

Сплав железа с углеродом называется **сталью**, если содержание углерода будет не более 2,14%. Как и в чугунах, кроме углерода, в стали всегда имеются следующие примеси: **марганец, кремний, сера и фосфор**.

1. Классификация стали

1. По химическому составу

ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ	
УГЛЕРОДИСТАЯ	ЛЕГИРОВАННАЯ
Низко- (С до 0,25%)	Низко- (Л.Э. до 2,5%)
Средне- (С 0,25-0,6%)	Средне- (Л.Э. от 2,5 до 10%)
Высоко- (С более 0,6%)	Высоко- (Л.Э. св.10%)

2. По содержанию примесей .

ПО КАЧЕСТВУ (S- сера, P-фосфор)			
ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА	КАЧЕСТВЕННАЯ	ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА	ОСОБО ВЫСОКО КАЧЕСТВА
S до 0,06%	S до 0,035%	S не более 0,025%	S не более 0,015%
P до 0,07%	P до 0,035%	P не более 0,025%	P не более 0,025%

3. **По способу производства** стали разделяют на бессемеровскую, конверторную (с продувкой кислородом), мартеновскую, электросталь, тигельную и сталь, получаемую прямым восстановлением из обогащенной руды (окатышей).

4. **По степени раскисления.**

-спокойная (сп) - сталь полностью раскислена

-кипящая (кп) - сталь в печи или ковше не раскисляется

-полуспокойная (пс) –сталь частично раскисленная

5. **В зависимости от назначения.**

углеродистые стали обыкновенного качества подразделяются на три группы:

А – поставляемые по механическим свойствам и применяемую в основном тогда, когда изделия из нее подвергают горячей обработке (сварка, ковка и др.), которая может изменить регламентируемые механические свойства (Ст 0, Ст 1 кп, Ст 1 пс)

Б – поставляемые по химическому составу и применяемую для деталей, подвергаемых такой обработке, при которой механические свойства меняются, а уровень их кроме условий обработки определяется химическим составом (БСт 0, БСт 1 кп и т. д. до БСт 6 кп).
1гр.-+углерод, марганец, кремний, фосфор, серу, мышьяк, азот; 2гр.-+ хром, никель и медь

В –поставляемые по механическим свойствам и химическому составу для деталей, подвергаемых сварке (ВСт 1, ВСт 2, ВСт 3, ВСт 4 и ВСт 5, ВСт 3 сп, ВСт 3 гпс).

Влияние примесей.

В сталях всегда присутствуют примеси, которые делятся на четыре группы. 1.

Постоянные примеси: кремний, марганец, сера, фосфор.

Марганец (Mn) - вводят в сталь при раскислении для устранения вредного влияния окиси железа. Mn повышает прочность горячекатанной стали, прокаливаемость, упругие свойства. При содержании более 1.5% сообщает склонность к отпускной хрупкости. При содержании более 13% и выше придает стали аустенитную структуру, противоударную стойкость, высокую износостойкость. При нагреве способствует росту зерна.

Кремний (Si) - вводится для раскисления. Полностью растворим в феррите. Увеличивает прочность, износостойкость и придает антифрикционные и упругие качества. Более 2% - снижает пластичность. Повышает прокаливаемость, но увеличивает температуры закалки, нормализации и отжига.

Фосфор (P) - Растворяясь в феррите, вызывает хладноломкость стали. При совместном действии C и P (P не более 1.2%) вызывается фосфидная эвтектика, плавящаяся при T менее 110⁰ C. Фосфор - вредная примесь стали.
Однако повышает обрабатываемость резанием и в присутствии меди повышает сопротивление коррозии.

Сера (S) - нерастворима в железе, образует соединение FeS сульфид железа, плавящихся при 988°C . Наличие зерен хрупкой и легкоплавящейся эвтектики по границам зерен стали делает ее при температурах 800°C и выше - *красноломкой*. В т.ж. время, сера повышает обрабатываемость резанием. Вредное влияние серы нейтрализуют введением марганца, образующего с ней сульфид MnS. MnS при горячей обработке давлением деформируется и создает продолговатые линзы - строчки. Их присутствие стали, как и других включений, в стали не допустимо для ответственных изделий MnS стремятся перевести в шлак при плавке стали.

2. Скрытые примеси - газы (азот, кислород, водород) – попадают в сталь при выплавке.

Водород (H), азот (N), кислород (O) - растворяются в стали. Кислород и азот образуют твердые труднодеформирующиеся вредные включения. Водород вызывает флокены. А газы вообще - эффекты деформационного старения, снижающие усталостные характеристики (вязкость и порог хладноломкости). Неметаллические включения после обработки давлением создают - *полосчатость (или строчечность)*, вызывающую сильную анизотропию свойств. Для устранения вредного влияния растворяющихся газов применяют вакуумную разливку стали и специальные приемы раскисления. 3.

3. Специальные примеси – специально вводятся в сталь для получения заданных свойств. Примеси называются легирующими элементами, а стали - легированные сталями.

2. Маркировка стали

Конструкционную углеродистую сталь обыкновенного качества маркируют буквами Ст (сталь) и цифрами 1, 2, 3 и т. д. до 9. Чем больше цифра, тем выше прочность и содержание углерода в стали.

Углеродистую качественную конструкционную сталь маркируют цифрами 05, 08, 10, 15, 20, 30, 45 и т. д., показывающими среднее содержание в стали углерода в сотых долях процента.

Инструментальную углеродистую сталь маркируют буквой У (углеродистая) и цифрой, указывающей среднее содержание углерода в десятых долях процента: У7, У8, У9, У10 и т. д.

Легированные стали согласно ГОСТ обозначаются цифрами и буквами: Г (марганец), С (кремний), Н (никель), Х (хром), В (вольфрам), М (молибден), Т (титан), Ф (ванадий), Ю (алюминий), К (кобальт), Д (медь). Буква А в конце марки указывает на высокое качество стали. Цифры впереди букв показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента, а цифры, следующие за буквой, указывают примерное содержание легирующего элемента в процентах, если содержание его превышает 1,5%.

Стали с особыми свойствами (спецстали).

А – автоматная сталь, буква «А» ставится в начале марки. Например, А20 – сталь конструкционная, автоматная, содержит 0,20 % углерода.

Л – литейная сталь, буква «Л» ставится в конце марки. Например, 25Л – сталь конструкционная, углеродистая, качественная, содержит 0,25 % углерода.

Ш – шарикоподшипниковая сталь, буква «Ш» ставится в начале марки, цифра указывает содержание хрома в десятых долях процента. Например, ШХ15 – сталь шарикоподшипниковая, содержит 1,5 % хрома и около 1 % углерода.

Р – быстрорежущая сталь, буква «Р» (от английского слова «Rapid» – быстрый) ставится в начале марки, цифра после буквы указывает содержание вольфрама. Например, Р18 – сталь инструментальная, быстрорежущая, содержит 18 % вольфрама и около 1 % углерода.

Э – электротехническая, или магнитомягкая сталь, первая цифра показывает содержание кремния, а вторая цифра – условное обозначение электротехнических свойств. Например, Э21 – сталь электротехническая, содержит 2 % кремния и около 0,1 % углерода.

Е – магнитотвердая сталь для постоянных магнитов. Например, ЕХ3 – магнитотвердая сталь, содержит 3 % хрома и около 1 % углерода.

Легирование-

введение в сплавы, кроме
железа и углерода, других
химических элементов

Назначение легирующих элементов.

- Основным легирующим элементом являются хром (0,8...1,2)%.
- Он повышает прокаливаемость, способствует получению высокой и равномерной твердости стали. Порог хладоломкости хромистых сталей - (0...-100)°С.
- Дополнительные легирующие элементы.
- **Бор** - 0.003%. Увеличивает прокаливаемость, а также повышает порог хладоломкости (+20...-60 °С).
- **Марганец** – увеличивает прокаливаемость, однако содействует росту зерна, и повышает порог хладоломкости до (+40...-60)°С.
- **Титан** (~0,1%) вводят для измельчения зерна в хромомарганцевой стали.
- Введение **молибдена** (0,15...0,46%) в хромистые стали увеличивает прокаливаемость, снижает порог хладоломкости до -20...-120°С.
- **Ванадий** в количестве (0.1...0.3) % в хромистых сталях измельчает зерно и повышает прочность и вязкость.
- Введение в хромистые стали **никеля**, значительно повышает прочность и прокаливаемость, понижает порог хладоломкости, но при этом повышает склонность к отпускной хрупкости (этот недостаток компенсируется введением в сталь молибдена). Хромоникелевые стали, обладают наилучшим комплексом свойств. Однако никель является дефицитным, и применение таких сталей ограничено.
- Значительное количество никеля можно заменить **медью**, это не приводит к снижению вязкости.
- При легировании хромомарганцевых сталей **кремнием** получают, стали – **хромансиль** (20ХГС, 30ХГСА). Стали обладают хорошим сочетанием прочности и вязкости, хорошо свариваются, штампуются и обрабатываются резанием. Кремний повышает ударную вязкость и температурный запас вязкости.

Качественные и высококачественные легированные стали

Обозначение буквенно-цифровое. Легирующие элементы имеют условные обозначения, Обозначаются буквами русского алфавита.

Обозначения легирующих элементов:

Х – хром, Н – никель, М – молибден, В – вольфрам,

К – кобальт, Т – титан, А – азот (указывается в середине марки),

Г – марганец, Д – медь, Ф – ванадий, С – кремний,

П – фосфор, Р – бор, Б – ниобий, Ц – цирконий, Ю – алюминий

Легированные конструкционные стали

Сталь 15Х25Н19ВС2

В начале марки указывается двухзначное число, показывающее содержание углерода в сотых долях процента. Далее перечисляются легирующие элементы. Число, следующее за условным обозначением элемента, показывает его содержание в процентах,

Если число не стоит, то содержание элемента не превышает 1,5 %.

В указанной марке стали содержится 0,15 % углерода, 35% хрома, 19 % никеля, до 1,5% вольфрама, до 2 % кремния.

Для обозначения высококачественных легированных сталей в конце марки указывается символ А.

Легированные инструментальные стали

Сталь 9ХС, сталь ХВГ.

В начале марки указывается однозначное число, показывающее содержание углерода в десятых долях процента. При содержании углерода более 1 %, число не указывается,

Далее перечисляются легирующие элементы, с указанием их содержания.

Некоторые стали имеют нестандартные обозначения.

Быстрорежущие инструментальные стали

Сталь Р18

Р – индекс данной группы сталей (от rapid – скорость). Содержание углерода более 1%. Число показывает содержание основного легирующего элемента – вольфрама.

В указанной стали содержание вольфрама – 18 %.

Если стали содержат легирующие элемент, то их содержание указывается после обозначения соответствующего элемента.

Шарикоподшипниковые стали

Сталь ШХ6, сталь ШХ15ГС

Ш – индекс данной группы сталей. Х – указывает на наличие в стали хрома.

Последующее число показывает содержание хрома в десятых долях процента, в указанных сталях, соответственно, 0,6 % и 1,5 %. Также указываются входящие в состав стали легирующие элементы. Содержание углерода более 1 %.

Легированные стали и сплавы

Марки хромистых нержавеющей сталей:

08X13, 12X13, 40X13

Марки хромоникелевых нержавеющей сталей:

12X18Н10Т, 17X18Н9, 03X18Н10

Марки износостойких сплавов:

110Г13Л, 120Г10ФЛ

Марки жаростойких сплавов:

12ХМ, 15Х25Т, 10Х23Н18

Критерии жаропрочности:

ползучесть, релаксация,
длительная прочность

Марки жаропрочных сплавов:

15ХМ, 12Х18Н9, 15Х12ВМФ

Марки хладостойких и криогенных сплавов:

09Г2С, 12Г2МФТ, 12Х18Н10Т

Марки магнитных сплавов:

ЮНДК31ТЗБА, ЮНДК15

Марки электротехнических сплавов:

МНМц 40-1,5, МНМц 43-0,5

Конструкционные стали

Марки строительных сталей:

Ст3, 09Г2С, 10ХСНД

Марки улучшаемых сталей:

40, 45, 40ХН, 40ХГР, 30ХГТ

Марки сталей рессорно-пружинных :

60, 65Г, 60С2, 50ХФА

Марки высокопрочных сталей:

03Н18К9М5Т, 03Н12К15М10

Марки подшипниковых сталей:

ШХ6, ШХ15, ШХ20СГ

Марки автоматных сталей:

А20, АС40, АС35Г2

Инструментальные сплавы

По назначению инструментальные сплавы подразделяются на сплавы для режущего, измерительного и штампового инструмента

Теплостойкость или
красностойкость – это
способность инструментальных
сплавов сохранять твердость,
прочность, износостойкость и
режущие свойства при
повышенных температурах

По теплостойкости
инструментальные сплавы
подразделяются на 4 группы:

углеродистые, легированные,
быстрорежущие, твердые
сплавы

Марки углеродистых инструментальных сталей:

У7 - У13, У7А - У13А

Марки легированных инструментальных сталей:

ХВГ, 9ХС, ХВСГ

Марки быстрорежущих инструментальных сталей:

Р9, Р18, Р6М5

Марки твердых инструментальных сталей:

ВК8, Т5К10, ТТ7К12

Жаропрочные стали и сплавы предназначены для изготовления деталей котлов, турбин, реактивных двигателей, ракет, атомных устройств и др., работающих при высоких температурах.

Повышение температуры сильно понижает механические свойства. Если при высокой температуре нагрузить металл постоянно действующим напряжением, даже ниже предела текучести при этой температуре, и оставить его под нагрузкой длительное время, то металл в течение всего времени действия температуры и нагрузки будет формироваться с определенной скоростью. Это явление получило название ползучести. Развитие ползучести может привести к разрушению металла.

Сопrotивление металла ползучести и разрушению в области высоких температур при длительном действии нагрузки называют жаропрочностью.

Жаропрочность характеризуется условным пределом ползучести и пределом длительной прочности.

Под жаростойкостью (окалиностойкостью) понимают способность металла сопротивляться окислению при высоких температурах. Для повышения окалиностойкости стали легируют элементами, которые существенно изменяют состав и строение окалины. Железо при температурах выше 570°C образует три окисла: FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , которые слабо защищают поверхность металла от воздействия кислорода. При введении в железо хрома, алюминия или кремния, обладающих большим сродством к кислороду, на поверхности образуются плотные окислы Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , затрудняющие процесс дальнейшего окисления.