17.11.21 гр.20-1 Материаловедение. Преподаватель Г.П.Захаров.

Тема: Состав углеродистых сталей, виды чугунов.

**На** **свойства** **углеродистых** **сталей** серьезное **влияние** оказывают и **примеси**, содержащиеся в их **составе**. Элементами, которые положительно воздействуют **на** **характеристики** сплава (улучшают раскисление металла), являются кремний и марганец, а фосфор и сера – это **примеси**, ухудшающие его **свойства**.

Стали являются наиболее распространенными материалами. Обладают хорошими технологическими свойствами. Изделия получают в результате обработки давлением и резанием.

Достоинством является возможность, получать нужный комплекс свойств, изменяя состав и вид обработки. Стали, подразделяют на углеродистые и легированные.

***Влияние углерода и примесей на свойства сталей***

Углеродистые стали являются основными. Их свойства определяются количеством углерода и содержанием примесей, которые взаимодействуют с железом и углеродом.

***Влияние углерода.***

Влияние углерода на свойства сталей показано на рис. 10.1

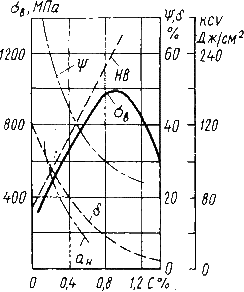


Рис.10.1. Влияние углерода на свойства сталей

С ростом содержания углерода в структуре стали увеличивается количество цементита, при одновременном снижении доли феррита. Изменение соотношения между составляющими приводит к уменьшению пластичности, а также к повышению прочности и твердости. Прочность повышается до содержания углерода около *1%,* а затем она уменьшается, так как образуется грубая сетка цементита вторичного.

Углерод влияет на вязкие свойства. Увеличение содержания углерода повышает порог хладоломкости и снижает ударную вязкость.

Повышаются электросопротивление и коэрцитивная сила, снижаются магнитная проницаемость и плотность магнитной индукции.

Углерод оказывает влияние и на технологические свойства. Повышение содержания углерода ухудшает литейные свойства стали (используются стали с содержанием углерода до 0,4 %), обрабатываемость давлением и резанием, свариваемость. Следует учитывать, что стали с низким содержанием углерода также плохо обрабатываются резанием.

***Влияние примесей.***

В сталях всегда присутствуют примеси, которые делятся на четыре группы. 1.*Постоянные примеси*: кремний, марганец, сера, фосфор.

Марганец и кремний вводятся в процессе выплавки стали для раскисления, они являются технологическими примесями.

Содержание марганца не превышает *0,5…0,8 %.* Марганец повышает прочность, не снижая пластичности, и резко снижает красноломкость стали, вызванную влиянием серы. Он способствует уменьшению содержания сульфида железа *FeS*, так как образует с серой соединение сульфид марганца *MnS*. Частицы сульфида марганца располагаются в виде отдельных включений, которые деформируются и оказываются вытянутыми вдоль направления прокатки.

Содержание кремния не превышает *0,35…0,4 %.* Кремний, дегазируя металл, повышает плотность слитка. Кремний растворяется в феррите и повышает прочность стали, особенно повышается предел текучести, http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image002.gif. Но наблюдается некоторое снижение пластичности, что снижает способность стали к вытяжке

Содержание фосфора в стали *0,025…0,045 %.* Фосфор, растворяясь в феррите, искажает кристаллическую решетку и увеличивает предел прочности http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image003.gifи предел текучести http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image004.gif, но снижает пластичность и вязкость.

Располагаясь вблизи зерен, увеличивает температуру перехода в хрупкое состояние, вызывает ***хладоломкость,*** уменьшает работу распространения трещин, Повышение содержания фосфора на каждую *0,01 %* повышает порог хладоломкости на *20…25oС.*

Фосфор обладает склонностью к ликвации, поэтому в центре слитка отдельные участки имеют резко пониженную вязкость.

Для некоторых сталей возможно увеличение содержания фосфора до *0,10…0,15 %,* для улучшения обрабатываемости резанием.

*S* – уменьшается пластичность, свариваемость и коррозионная стойкость. Р–искажает кристаллическую решетку.

Содержание серы в сталях составляет *0,025…0,06 %.* Сера – вредная примесь, попадает в сталь из чугуна. При взаимодействии с железом образует химическое соединение – сульфид серы *FeS*, которое, в свою очередь, образует с железом легкоплавкую эвтектику с температурой плавления *988oС.* При нагреве под прокатку или ковку эвтектика плавится, нарушаются связи между зернами. При деформации в местах расположения эвтектики возникают надрывы и трещины, заготовка разрушается – явление **красноломкости.**

*Красноломкость –*повышение хрупкости при высоких температурах

Сера снижает механические свойства, особенно ударную вязкость аhttp:///library/lessons/tretjakova/10_files/image005.gifи пластичность (http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image006.gifи http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image007.gif), а так же предел выносливости. Она ухудшают свариваемость и коррозионную стойкость.

2. *Скрытые примеси*- газы ([азот](https://pandia.ru/text/category/azot/), кислород, [водород](https://pandia.ru/text/category/vodorod/)) – попадают в сталь при выплавке.

Азот и кислород находятся в стали в виде хрупких неметаллических включений: окислов (*FeO, SiO2, Al2O3* ) нитридов (*Fe 2N*), в виде твердого раствора или в свободном состоянии, располагаясь в дефектах (раковинах, трещинах).

Примеси внедрения (азот *N*, кислород *О*) повышают порог хладоломкости и снижают сопротивление хрупкому разрушению. Неметаллические включения (окислы, нитриды), являясь концентраторами напряжений, могут значительно понизить предел выносливости и вязкость.

Очень вредным является растворенный в стали водород, который значительно охрупчивает сталь. Он приводит к образованию в катанных заготовках и поковках *флокенов.*

*Флокены* – тонкие трещины овальной или округлой формы, имеющие в изломе вид пятен – хлопьев серебристого цвета.

Металл с флокенами нельзя использовать в промышленности, при сварке образуются холодные трещины в наплавленном и основном металле.

Если водород находится в поверхностном слое, то он удаляется в результате нагрева при *150…180 , лучше в*[*вакууме*](https://pandia.ru/text/category/vakuum/)*http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image009.gifмм рт. ст.*

*Для удаления скрытых примесей используют вакуумирование.*

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

***Классификация и маркировка сталей***

***Классификация сталей***

*Стали классифицируются по множеству признаков.*

*1.  По химическому: составу: углеродистые и легированные.*

*2.  По содержанию углерода:*

*o  низкоуглеродистые, с содержанием углерода до 0,25 %;*

*o  среднеуглеродистые, с содержанием углерода 0,3…0,6 %;*

*o  высокоуглеродистые, с содержанием углерода выше 0,7 %*

*3.  По равновесной структуре: доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные.*

*4.  По качеству. Количественным показателем качества является содержания вредных примесей: серы и фосфора:*

*o  http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image011.gif, http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image012.gif– углеродистые стали обыкновенного качества:*

*o  http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image013.gif– качественные стали;*

*o  http:///library/lessons/tretjakova/10_files/image014.gif– высококачественные стали.*

*5.  По способу выплавки:*

*o  в мартеновских печах;*

*o  в кислородных конверторах;*

*o  в электрических печах: электродуговых, индукционных и др.*

*6.  По назначению:*

*o  конструкционные – применяются для изготовления деталей машин и механизмов;*

*o  инструментальные – применяются для изготовления различных инструментов;*

*o  специальные – стали с особыми свойствами:*[*электротехнические*](https://pandia.ru/text/category/yelektroyenergetika__yelektrotehnika/)*, с особыми магнитными свойствами и др.*

***Маркировка сталей***

*Принято буквенно-цифровое обозначение сталей*

***Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380).***

*Стали содержат повышенное количество серы и фосфора*

*Маркируются Ст.2кп., БСт.3кп, ВСт.3пс, ВСт.4сп.*

*Ст – индекс данной группы стали. Цифры от 0 до 6 - это условный номер марки стали. С увеличением номера марки возрастает прочность и снижается пластичность стали. По гарантиям при поставке существует три группы сталей: А, Б и В. Для сталей группы А при поставке гарантируются механические свойства, в обозначении индекс группы А не указывается. Для сталей группы Б гарантируется химический состав. Для сталей группы В при поставке гарантируются и механические свойства, и химический состав.*

*Индексы кп, пс, сп указывают степень раскисленности стали: кп - кипящая, пс - полуспокойная, сп - спокойная.*

***Качественные углеродистые стали***

*Качественные стали поставляют с гарантированными механическими свойствами и химическим составом (группа В). Степень раскисленности, в основном, спокойная.*

*Конструкционные качественные углеродистые стали Маркируются двухзначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента. Указывается степень раскисленности, если она отличается от спокойной.*

*Сталь 08 кп, сталь 10 пс, сталь 45.*

*Содержание углерода, соответственно, 0,08 %, 0,10 %, 0.45 %.*

*Инструментальные качественные углеродистые стали маркируются буквой У (углеродистая инструментальная сталь) и числом, указывающим содержание углерода в десятых долях процента.*

*Сталь У8, сталь У13.*

*Содержание углерода, соответственно, 0,8 % и 1,3 %*

*Инструментальные высококачественные углеродистые стали. Маркируются аналогично качественным инструментальным углеродистым сталям, только в конце марки ставят букву А, для обозначения высокого качества стали.*

*Сталь У10А.*

***Автоматные стали.***

*Автоматными называют стали, обладающие повышенной обрабатываемостью резанием.*

*Эффективным металлургическим приемом повышения обрабатываемости резанием является введение в сталь серы, селена, теллура, кальция, которые изменяют состав неметаллических включений, а также свинца, который образует собственные включения.*

*Автоматные стали А12, А20 с повышенным содержанием серы и фосфора используются для изготовления малонагруженных деталей на станках автоматах (болты, винты, гайки, мелкие детали швейных,*[*текстильных*](https://pandia.ru/text/category/tekstilmz/)*,*[*счет*](https://pandia.ru/text/category/schet_nou/)*ных и других машин). Эти стали обладают улучшенной обрабатываемостью резанием, поверхность деталей получается чистой и ровной. Износостойкость может быть повышена цементацией и закалкой.*

*Стали А30 и А40Г предназначены для деталей, испытывающих более высокие нагрузки.*

*У автоматных сталей, содержащих свинец, (АС11, АС40), повышается стойкость инструмента в 1…3 раза и скорость резания на 25…50 %.*

*Легированные хромистые и хромоникелевые стали с присадкой свинца и кальция (АЦ45Г2, АСЦ30ХМ, АС20ХГНМ) используются для изготовления нагруженных деталей в автомобильной и тракторной промышленности.*

*Автоматные стали подвергают*[*диффузионному*](https://pandia.ru/text/category/diffuziya/)*отжигу при температуре 1100…1150oС, для устранения ликвации серы.*

***

*Состав и сорта чугунов.*

*Передельный чугун.*

*Предназначен для переработки в сталь.*

*Он отличается высокой твёрдостью и износостойкостью, он хрупок и плохо обрабатывается режущими инструментами, в изломе имеет мелкозернистое строение и зеркальную серебристо-белую поверхность. Углерода содержит более 4.3 %.*

*Литейный (серый) чугун.*

*Применяется для получения отливок. Цвет в изломе от светло-серого до тёмно-серого (чем темнее чугун, тем больше у него углерода в виде графита и тем он мягче). Отличается от передельного меньшей твёрдостью и хрупкостью, хорошо сопротивляется износу и обрабатывается режущими инструментами. В расплавленном состоянии обладает жидкотекучестью и хорошо заполняет форму. При остывании мало уменьшается в размерах, то есть имеет малую усадку.*

*Отливки из серого чугуна маркируются в зависимости от их прочности.*

*В марке буквы СЧ означают серый чугун, первое число - предел прочности на растяжение в кгс/мм2 , второе – предел прочности на изгиб в кгс/мм2.*

*При быстром охлаждении отливок из серого чугуна в поверхностном слое углерод сохраняется в виде цементита, т. е. имеет структуру белого чугуна. Такое литьё называется отбелённым.*

*Другие сорта чугуна.*

*В легированных чугунах, кроме обычных примесей, содержаться легирующие элементы – хром, молибден, никель. Ванадий, титан, улучшающие механические свойства чугуна и придающие ему особые физико-механические свойства. Содержание серы и фосфора в этих чугунах минимальное.*

*Высокопрочные чугуны получают специальной обработкой - модифицированием жидкого чугуна. Модифицирование заключается в добавлении в жидкий чугун модификаторов (магния, ферросилиция..) Модификаторы создают большое количество дополнительных центров кристаллизации.*

*Марки высокопрочных чугунов: ВЧ 42-12, ВЧ 45-5, ВЧ 80 -3…( первое число – предел прочности на растяжение, второе - относительное удлинение в %).*

*Ковкий чугун : КЧ 44-12, КЧ……*

*Имеются также антифрикционные , жаростойкие, немагнитные, другие сорта чугунов.*

*Контрольные вопросы .*

*Написать краткий конспект лекции и ответы на контрольные вопросы.*

*1.  В каком виде находится углерод в стали? Что представляет собой цементит?*

*2.  Как влияют кремний и марганец на свойства стали?*

*3.  Что называется красноломкостью и хладноломкостью? Какие химические элементы придают стали эти свойства?*

*4.  На какие группы делится сталь обыкновенного качества?*

*5.  Что означают в марке стали буквы кп, пс, сп?*

*6.  Как маркируются качественные углеродистые стали: конструкционные и инструментальные?*

*7.  Какие марки сталей относятся к низкоуглеродистым, средне - и высокоуглеродистым?*

*8.  Особенности и марки автоматных сталей.*

*9.  Содержание углерода в инструментальных сталях. Как изменяются свойства этих сталей с увеличением содержания углерода?*

*10. Почему нельзя молотки изготавливать из стали У10, У12?*

*11. Как маркируются отливки из серого чугуна? Что означают цифры*