18.11.20 гр.29-1б Материаловедение. Захаров Г.П.

ЛЕКЦИЯ: Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов

Чугун и сталь — основные машиностроительные материалы. Они составляют 95% всех используемых в технике сплавов.

Чугун — сплав на железной основе. Принципиальное отличие чугуна от стали заключается в более высоком содержании в нем углерода (более 2,14%). Наибольшее распространение получили чугуны, содержащие 3- 3,5% углерода. В состав чугунов входят те же примеси, что и в сталь, т. е. кремний, марганец, сера и фосфор, но в несколько больших количествах. Углерод в чугуне может находиться в химическом соединении с железом либо в свободном состоянии в виде графита. Чугуны, у которых весь углерод находится в химическом соединении с железом, называют белыми (по виду излома), а чугуны, весь углерод которых или большая его часть представляют собой графит, получили название серых.

Сталь — сплавы железа с углеродом и другими элементами, содержащие до 2,14% углерода. Углерод — важнейшая примесь стали. От его содержания зависят прочность, твердость и пластичность стали. Кроме железа и углерода в состав стали входят кремний, марганец, сера и фосфор. Эти примеси обычно попадают в сталь в процессе выплавки и являются ее неизбежными спутниками. Если марганец и кремний необходимы по условиям технологии выплавки, то сера и фосфор относятся к вредным примесям, не поддающимся полному удалению. В малом количестве в стали постоянно присутствуют скрытые примеси: кислород, водород, азот. Чем меньше вредных примесей, тем выше качество стали. Различают стали обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особо высококачественные.

В железоуглеродистые сплавы входят различные структурные составляющие, свойства которых обусловливают свойства стали и чугуна.

Феррит — твердый раствор небольшого количества углерода (до 0,04%) и других примесей в железе — мягкая, пластичная и недостаточно прочная структурная составляющая. Его относительное удлинение 5 =30%, твердость — 50÷80 НВ, предел прочности σв = 300 МПа (30 кгс/мм2). Практически это чистое железо. Механические свойства феррита в большой степени зависят от величины зерен. Феррит обладает магнитными свойствами (до температуры 768 °С).

**Цементит**(Fe3C) — химическое соединение железа с углеродом — карбид железа. Он содержит 93,33% железа и 6,67% углерода, отличается большой твердостью (800 НВ, т. е. в 10 раз тверже феррита) и значительной хрупкостью. Цементит слабо магнитен, а при температурах выше 215 °С — немагнитен. Углерод может проникать в железо двумя способами. Атомы углерода могут занимать в пространственной решетке свободные места между атомами железа. Однако при комнатной температуре в пространственной решетке железа может поместиться всего 0,0001 % углерода. Остальные атомы углерода проникают в железо другим путем — вступают с ним в химическую связь. При этом образуется карбид железа Fe3C (цементит), состоящий из трех атомов железа и одного атома углерода.

Феррит и цементит являются основными структурными составляющими железоуглеродистых сплавов. Они могут располагаться, например, в структуре стали каждый в отдельности или в виде равномерной механической смеси, которая называется перлитом. Такое название эта смесь получила потому, что шлиф ее при травлении имеет перламутровый отлив. Так как перлит образуется в результате процессов вторичной кристаллизации, его называют **эвтектоидом**(в отличие от эвтектики). Образование перлита происходит при температуре 727 °С. В нем содержится 0,8% углерода.

Перлит имеет две разновидности. Если цементит в нем расположен в виде пластинок, его называют *пластинчатым*, если же цементит расположен в виде зерен, перлит называют *зернистым.* Под микроскопом пластинки цементита кажутся блестящими, потому что обладают большой твердостью, хорошо полируются и при травлении кислотами разъедаются меньше, чем пластинки мягкого феррита. После травления можно наблюдать темные участки перлита в сочетании с ферритом или цементитом. Поскольку перлит состоит из феррита и цементита, его свойства определяются количеством этих составляющих. Феррита содержится в перлите в шесть раз больше, чем цементита. Механические свойства перлита зависят также от формы цементита. У пластинчатого перлита твердость составляет 180÷200 НВ, предел прочности σв — 800 МПа (80 кгс/мм2), относительное удлинение δ = 10÷12%. У зернистого перлита прочность и твердость несколько ниже, а пластические свойства выше. Так как перлит содержит железо, он обладает магнитными свойствами.

Если железоуглеродистые сплавы нагреть до определенных температур, произойдет аллотропическое превращение железа и образуется структурная составляющая, которая называется аустенитом.

Аустенит представляет собой твердый раствор углерода (до 2,14%) и других примесей в железе. Способность углерода растворяться в железе неодинакова при различных температурах. При температуре 1147 °С и выше в кристаллической решетке у железа может раствориться максимальное количество углерода (2,14%). При температурах ниже 1147 °С растворимость углерода в железе постепенно уменьшается, а избыточный углерод выделяется в виде цементита. При 727 °С железо может растворять не более 0,8% углерода. При этой температуре происходит распад аустенита с образованием перлита. Лишь в некоторых сталях, содержащих большое количество никеля или марганца, структура аустенита .может сохраниться и при температурах ниже 727 °С (вплоть до комнатной). Аустенит — мягкая структурная составляющая (хотя и тверже феррита). Его твердость — 180 НВ, относительное удлинение δ = 40÷50%. Он отличается большой пластичностью, магнитными свойствами не обладает.

В белых чугунах всегда имеется еще одна структурная составляющая — **ледебурит.**Это эвтектика, т. е. равномерная механическая смесь зерен аустенита и цементита, получающаяся в процессе кристаллизации. Ледебурит содержит 4,3% углерода. Он образуется при температуре 1147°С. Первоначальная структура его не сохраняется при температурах ниже 727 °С, так как содержащийся в нем аустенит при 727 °С превращается в перлит. При температурах ниже 727 °С (вплоть до комнатной) ледебурит представляет собой механическую смесь перлита и цементита. Ледебурит отличается большой твердостью (550 НВ) и хрупкостью.

Изучение структурных составляющих железоуглеродистых сплавов позволяет сделать следующий важный вывод — при комнатной температуре железоуглеродистые сплавы всегда состоят из двух структурных элементов: мягкого пластичного феррита и твердого цементита, упрочняющего сплав. Эти элементы могут образовать механическую смесь либо находиться в свободном состоянии.

Вопросы к лекции:

1.Написать краткий конспект лекции

2.Вчем заключается принципиальное отличие чугуна от стали

3.Что называют сталью

4. Какие структурные составляющие входят в железоуглеродистые сплавы

5.Как структурные составляющие обусловливают свойства стали и чугуна.