Чугун.

Содержание:

- Понятие чугуна
- Строение
- Антифрикционный чугун
- Свойства
- Классификация
- Применение

Понятие чугуна

- сплав железа с углеродом (и другими элементами). Выплавляется, как правило, в доменных печах. Содержание углерода в чугуне не менее 2,14 % (точка предельной растворимости углерода в аустените на диаграмме состояний), сплавы с содержанием углерода менее 2,14 % называются сталью. Углерод придаёт сплавам железа твёрдость, снижая пластичность и вязкость. Углерод в чугуне может содержаться в виде цементита и графита. В зависимости от формы графита и количества цементита, выделяют белый, серый, ковкий и высокопрочный чугуны. Чугуны содержат постоянные примеси (Si, Mn, S, P), а в некоторых случаях также легирующие элементы (Cr, Ni, V, Al и другие). Как правило, чугун хрупок.
- Температура плавления чугуна — от 1150 до 1200 °C (от 2100 до 2190 °F), то есть примерно на 300 °C (572 °F) ниже, чем у чистого железа

Белые чугуны и их микроструктура

В белых чугунах весь углерод находится в химически связанном состоянии в виде цементита F_3C. Из-за присутствия большого количества цементита белый чугун обладает высокой твердостью (450…550 *HB*), хрупок и практически не поддаётся обработке резанием. Поэтому белый чугун, как конструкционный материал, имеет ограниченное применение. Обычно доэвтектические белые чугуны после специальной термической обработки превращаются в ковкие чугуны, а заэвтектические идут на переплавку.

Для изготовления трущихся изделий (прокатные валки, колеса, шары для мельниц и т. д.) применяют так называемые **отбеленные чугуны**, в которых поверхностные слои имеют структуру белого, а сердцевина — серого чугуна. Высокая твердость поверхности отбеленного чугуна (400...500 *HB*) обеспечивает сопротивляемость износу.

Микроструктура графитизированных чугунов (со свободным углеродом)

Микроструктуру графитизированных чугунов различают по строению металлической основы и форме графита (рис. 9.5). Изменяя содержание углерода и кремния, а также скорость охлаждения, можно получить различную структуру металлической основы чугуна: ферритную, перлитную и феррито-перлитную. В зависимости от формы выделений графита различают чугуны: серые (пластинчатая форма графита), ковкие (графит в форме хлопьев), высокопрочные (шаровидный графит) и чугуны с вермикулярным (червевидным) графитом. Все они широко используются в машиностроении. В ферритных чугунах металлической основой является феррит и весь углерод, имеющийся в сплаве присутствует в виде графита. Структура ферритных чугунов может быть представлена как структуру чистого железа с включениями одной из форм графита: пластинчатой, шаровидной, хлопьевидной или вермикулярной (см. рис. 9.5). В феррито-перлитных чугунах количество связанного углерода находится от 0,1 до 0,7 % углерода, а в перлитных чугунах – 0,7…0,8 % углерода.

Серый чугун.

Графит в серых чугунах имеет форму крупных заострённых пластин, концы которых являются концентраторами напряжений и очагами зарождения трещин в металлической матрице при нагружении. Поэтому графитовые частицы в чугунах можно рассматривать как дефект, подобный внутренним трещинам, которые существенно снижают при растяжении прочность и пластичность серых чугунов (от носительное удлинение менее 1 %). Влияние этих дефектов при изгибе и сжатии значительно меньше, чем при растяжении. Установлено, что прочность серых чугунов при изгибе в 1,5…2 раза выше, а прочность при сжатии в 3…4 раза выше, чем при растяжении. Поэтому серые чугуны рекомендуется использовать в основном для изделий, работающих на сжатие. Они не используются для деталей машин, работающих при ударных нагрузках из-за низкой пластичности.
С другой стороны, графит оказывает и полезное действие: он улучшает обрабатываемость резанием, литейные свойства, уменьшает чувствительность к концентраторам напряжений, гасит вибрации и резонансные колебания, играет роль смазки (благодаря чему серые чугуны являются хорошим антифрикционным материалом). Серые чугуны имеют высокую жидкотекучесть, что позволяет получать тонкостенные отливки (с толщиной стенки 3…4 мм) и малую усадку (0,9…1,3 %).

В промышленности разновидности чугуна маркируются следующим образом:

передельный чугун — П1, П2;
передельный чугун для отливок (передельно-литейный) — ПЛ1, ПЛ2;
передельный фосфористый чугун — ПФ1, ПФ2, ПФ3;
передельный высококачественный чугун — ПВК1, ПВК2, ПВК3;
чугун с пластинчатым графитом — СЧ (цифры после букв «СЧ», обозначают величину временного сопротивления разрыву в кгс/мм)

Антифрикционный чугун:

Антификационный чугун - получают на основк серых, высокопрочных и ковких чугунов

антифрикционный серый — АЧС;
антифрикционный высокопрочный — АЧВ;
антифрикционный ковкий — АЧК;
чугун с шаровидным графитом для отливок — ВЧ (цифры после букв «ВЧ» означают временное сопротивление разрыву в кгс/мм и относительное удлинение (%);
чугун легированный со специальными свойствами — Ч.

Свойства чугуна

Чугун обладает следующими свойствами :

- **Физическими**. К этим характеристикам относятся: удельный вес, коэффициент линейного расширения, действительная усадка. Удельный вес меняется в зависимости от содержания в материале углерода.
- **Тепловыми**. Теплопроводность материала принята рассчитывать по правилу смещения. Для твердого чугуна объемная теплоемкость равна 1 кал/см^{3*o}С. Если чугун жидкий, то она равна примерно 1,5 кал/см^{3*o}С.
- **Механическими**. Эти свойства зависят от самой основы, а так же от размеров и формы графита. Самым прочным считается серый чугун с перлитной основой, а самым пластичным — с ферритной основой. Максимальное снижение прочности наблюдается при форме графита «пластинка», а минимальное – при форме «шар».

Гидродинамическими. Вязкость в чугуне меняется в зависимости от наличия марганца и серы. Так же она резко возрастает когда температура чугуна переходит точку начала затвердевания.
Технологическими. Чугун обладает отличными литейными свойствами, стойкости к износу и вибрации.
Химическими. По электродному потенциалу (по мере убывания) структурные составляющие чугуна располагаются в следующем виде: цементит — фосфидная эвтектика — феррит.

Классификация чугуна

- В зависимости от содержания углерода серый чугун называется доэвтектическим (2,14—4,3 % углерода), эвтектическим (4,3 %) или заэвтектическим (4,3—6,67 %). Состав сплава влияет на структуру материала.
- В зависимости от состояния и содержания углерода в чугуне различают: белые и серые (по цвету излома, который обуславливается структурой углерода в чугуне в виде карбида железа или свободного графита), высокопрочные с шаровидным графитом, ковкие чугуны, чугуны с вермикулярным графитом. В белом чугуне углерод присутствует в виде цементита, в сером — в основном в виде графита.

Классификация и маркировка чугунов.

- В зависимости от состояния углерода в чугуне, различают: белые, серые, высокопрочные, ковкие чугуны и чугуны с вермикулярным графитом.
- **Белыми** называют чугуны, в которых весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита (карбид железа).
- В остальных видах чугунов (серые, высокопрочные, ковкие, с вермикулярным графитом) углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в виде графита.
- В **серых** чугунах – в пластинчатой или червеобразной форме; в **высокопрочных** – в шаровидной форме, в **ковких** – в хлопьевидной форме.
  Чугуны **свермикулярным графитом** имеют две формы графита – шаровидную (до 40%) и вермикулярную (в виде мелких тонких прожилок).

Чугуны маркируют двумя буквами, обозначающих разновидность чугуна, и двумя цифрами, соответствующими минимальному значению временного сопротивления $\sigma_в$ при растяжении в МПа·10^{-1}. Серый чугун обозначают буквами "СЧ" (ГОСТ 1412-85), высокопрочный - "ВЧ" (ГОСТ 7293-85), ковкий - "КЧ" (ГОСТ 1215-85), чугун с вермикулярным графитом – ЧВГ (ГОСТ 28384 -89):

СЧ 10 - серый чугун с пределом прочности при растяжении 100 МПа;

ВЧ 70 - высокопрочный чугун с пределом прочности при растяжении 700 МПа;

КЧ 35 - ковкий чугун с пределом прочности при растяжении 350 МПа;

ЧВГ 40 – чугун с вермикулярным графитом с пределом прочности при растяжении 400 МПа.

Различают еще чугуны с особыми свойствами:

антифрикционные чугуны (ГОСТ 1585-85) – обозначаются первыми буквами АЧ и порядковым номером, например,
АЧС-1 – антифрикционный серый чугун с порядковым номером марки 1;
АЧВ-2 – антифрикционный высокопрочный чугун с порядковым номером марки 2;
АЧК-2 – антифрикционный ковкий чугун с порядковым номером марки 2;

жаростойкие чугуны (ГОСТ 7769 – 82) – обозначаются буквами ЖЧ, после которых идет буквенное обозначение легирующих элементов (Н – никель, Д – медь и др., аналогично обозначению легирующих элементов в стали) и цифры, указывающие концентрацию элементов в %%; например,
ЖЧХ-2,5 – жаростойкий чугун хромистый с содержанием хрома 2,5%;
ЖЧС-5,5 – жаростойкий чугун, легированный кремнием с содержанием 5,5%;

Применение

- Чугун всегда применялся для изготовления деталей и предметов **тяжелой промышленности**. Его использовали в металлургии и станкостроении. При этом этот материал брался в очень больших количествах. Он применялся в качестве основного для мелких изделий и для крупногабаритных предметов, масса которых достигала сотни тонн.
- В **машиностроении** нашел свое применение серый чугун с графитной составляющей. Именно это вид всегда берут для изготовления ответственных деталей. Чугунные машинные изделий хорошо противостоят колебаниям и вибрации.

В **автомобильной промышленности** из чугуна изготавливают блоки цилиндров. Это ответственные детали, которые должны обладать высокой прочностью и стойкостью к износу. Этим качествам помогает соответствовать чугун. Чтобы сделать названные показатели оптимальными в чугун добавляют специальные добавки в виде графита. Графит в несколько раз повышает такое свойство сплава, как прочность. Добавки позволяют сделать чугун совершенным и использовать его при изготовлении коленчатый валов дизелей. Из чугуна делают **тормозные колодки**. Мы знаем, что эти детали работают при повышенном трении. Чугун помогает им выдержать эти жесткие условия. Кроме этого, из чугуна делают валки мукомольный и бумагоделательных машин.

Чугунные изделия хорошо **работают при низких температурах**. Для этой целей используют ковкий вид чугуна. Из него делают узлы тракторов и сложных механизмов, которые будут в дальнейшем работать в жестких условиях.
Чугун широко используется для **изготовления предметов быта**. Это материал очень популярен среди нашего населения. Чугунные горшки, сковородки, казаны можно встретить как на обычной кухни, так в арсенале посуды ресторана. Это действительно уникальная посуда.
Про чугунную сковородку, которая обладает отличным качеством, знает любая хозяйка. **Чугунная посуда** хорошо сохраняет тепло. В ней удобно готовить блюда, для которых необходимо постоянно сохранять тепло. Чугунную посуду используют для приготовления плова, каш и рагу. Продукты в ней сохраняют массу полезных свойств. В такой пищи не образуются канцерогенные вещества. Кстати было доказано, что чугунная посуда способна обогащать продукты полезными элементами железа.

Для **нефтяной промышленности**, сложной и опасной отрасли, трубы изготавливают только из чугуна. Изделия получаются с высокими эксплуатационными качествами.
Чугун отличается своей **долговечностью**. Поэтому в наших домах до сегодняшнего времени можно увидеть мойки и ванны, которые были изготовлены более 50 лет назад и до сегодняшнего дня с успехом эксплуатируются.
Чугун очень часто применяют для **художественных предметов**. Из него делают разные произведения искусства. Так, набережная Санкт-Петербурга, практически вся украшена чугунными изделиями. Из чугуна изготавливают интересные и необычные ограждения, ажурные ветвистые ворота и чугунные памятники. Все это стало возможным благодаря хорошим литейным качествам этого материала. Сделанные вещи практически не изнашиваются и смотрятся так же даже спустя много лет. Нередко можно встретить чугунные произведения искусства в стенах музея.