

## ЛЕКЦИЯ 8

### Структура и свойства чугуна. Маркировка

При маркировке чугунов химический состав не указывается. Исключение составляют легированные чугуны, в марке которых приводится массовая доля легирующих элементов.

Отливки из чугуна классифицируют по: состоянию углерода, форме включений графита, структуре металлической основы, химическому составу, технологии получения, назначению.

По состоянию углерода (химически связанный или структурно свободный) различают: чугун белый, чугун серый, чугун половинчатый (отбеленный).

В белом чугуне (такое название он получил по цвету излома) углерод химически связан с железом в виде цементита  $Fe_3C$ . Основная масса белого чугуна идет на переделку в сталь, поскольку он обладает высокими твердостью и хрупкостью и плохо поддается механической обработке. Помимо углерода в состав чугуна входят марганец (0.5 – 1.75 %), кремний (0.2 – 1.75 %), фосфор (0.15 – 2.0 %), сера (до 0.08 %) и другие химические элементы.

Белый чугун используют также в качестве износостойкого конструкционного материала. При легировании в небольших количествах марганца, бора, ванадия, молибдена, титана, хрома образуются сложные и твердые карбиды, например,  $(CrFe)_{23}C_6$ .

В сером чугуне (серый излом) углерод находится в свободном состоянии в виде графитовых включений. Серый чугун отличается от белого меньшей твердостью и хрупкостью, а также хорошей обрабатываемостью резанием. Хорошие литейные свойства серого чугуна играют важную роль при получении отливок.

Серые чугуны маркируют буквами СЧ с указанием предела прочности при растяжении  $\sigma_B$  (кгс/мм<sup>2</sup>). Например, чугун марки

СЧ15 имеет  $\sigma_B = 15 \text{ кгс/мм}^2$ . Предусмотрены марки серых чугунов СЧ10 – СЧ 45. СЧ10 и СЧ15 чугуны малой прочности (твердость HB до 229), а СЧ20 – СЧ45 чугуны повышенной прочности (твердость HB до 241). В чугунах повышенной прочности большая часть углерода находится в состоянии пластинчатого графита. Благодаря хорошим литейным и демпфирующим свойствам, серые чугуны нашли широкое применение в станкостроении (станины, стойки, траверсы, корпусные изделия, суппорты и т.д.), автостроении (картеры, блоки цилиндров, поршневые кольца, тормозные диски), в химическом и электромашиностроении, при производстве деталей насосов, компрессоров и других изделий.

Половинчатый (отбеленный) чугун характеризуется одновременным наличием в его структуре цементита и графита. Цементит находится в поверхностном слое отливки (охлаждающемся с наибольшей скоростью), а графит - во внутренней полости (сердцевине), охлаждающейся с наименьшей скоростью. Такой чугун имеет высокую износостойкость, но плохо обрабатывается резанием.

По форме графитовых включений различают: чугун серый с пластинчатым графитом, чугун высокопрочный с шаровидным графитом, чугун ковкий с хлопьевидным графитом, чугун с вермикулярным (червеобразным) графитом.

По типу структуры металлической основы чугун бывает: чугун ферритный, чугун перлитный, чугун ферритно-перлитный.

По химическому составу чугун подразделяют на нелегированный и легированный. Нелегированный чугун содержит железо, углерод и обычные примеси - кремний, марганец, серу и фосфор. Легированный чугун имеет более сложный химический состав: в качестве легирующих элементов используются никель, хром, молибден, медь и другие элементы, а также кремний и марганец в количестве, превышающем их примесное содержание.

-

По технологии получения различают обычные или немодифицированные чугуны и модифицированные чугуны. Модифицирование - введение в расплав чугуна в небольших количествах специальных добавок - модификаторов, которые способствуют измельчению пластин графита или получению частиц графита в форме шара. В результате модифицирования

механические свойства чугуна улучшаются: возрастает прочность, пластичность и вязкость.

-

По назначению различают чугун: чугун общего назначения (серый, ковкий, высокопрочный и др.) и чугун специального назначения (антифрикционный, коррозионно-стойкий, жаростойкий, жаропрочный и др.).

-

Ковкие чугуны маркируют буквами КЧ с указанием предела прочности при растяжении  $\sigma_B$  (кгс/мм<sup>2</sup>) и относительного удлинения  $\delta$  (%). Существуют марки ковких чугунов КЧ 30-6 – КЧ 80-15. По своим механическим и литейным свойствам ковкие чугуны занимают промежуточное положение между чугунами и литейными сталями и нашли широкое применение в машиностроении.

-

Высокопрочные чугуны имеют следующие марки: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80 и ВЧ100. Цифры обозначают предел прочности при растяжении в кгс/мм<sup>2</sup>. В высокопрочных чугунах свободный графит находится в виде шаровидных включений. Высокопрочные чугуны используют в тяжелом машиностроении (детали турбин, валки прокатных станков), в автомобильной промышленности (коленчатые и распределительные валы, ступицы), а также при изготовлении других ответственных деталей.

Легированные чугуны подразделяют на износостойкие, коррозионно-стойкие, жаростойкие, жаропрочные и антифрикционные.

При маркировке используют следующие обозначения: А – азот, Б – ниобий, В – вольфрам, Г – марганец, Д – медь, Е – селен, К – кобальт, М – молибден, Н – никель, П – фосфор, Р – Бор, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, Ц – цирконий, Ю – Алюминий. Маркировка состоит из сочетания букв и цифр, указывающих содержание легирующего элемента. Если цифры отсутствуют, то содержание легирующего элемента не превышает 1.5 %.

-

Износостойкие чугуны, например, ИЧХ4Г7Д, ИЧХ28Н2М2, ИЧХ3ТД, ИЧХ15М3, используют для изготовления рабочих элементов

дробебетных и пескоструйных машин, лопастей шнеков, абразивных насосов и др.

-

Коррозионно-стойкие чугуны легируют медью, молибденом, хромом, никелем и кремнием, что позволяет им работать в химически агрессивных средах. Чугуны ЧНХТ, ЧНХМД широко используют в двигателестроении для изготовления выпускных патрубков.

-

Жаростойкие чугуны обладают стойкостью к образованию окалины. Их выпускают с добавками хрома, алюминия и кремния. Алюминиевые чугуны обладают большой стойкостью к окислению в среде печных газов при температуре до 1150 °С. Их используют при изготовлении тиглей, футеровки печных камер. Хромистые чугуны ЖЧХ- 0.8, ЖЧХ- 1.5, ЖЧХ- 2.5 используют при строительстве доменных и термических печей, они выдерживают температуру до 650 °С. Высокохромистые чугуны (ЖЧХ-30) применяют при изготовлении колосниковых решеток, горелок, коробок для отжига, работающих при температуре до 900°С. Кремнистые чугуны работают при температуре до 900°С; из них изготавливают детали газовых турбин, котлов, печей и т.д.

-

Жаропрочные чугуны легируют никелем и хромом. Чугуны ЧН11Г7Х2Ш, ЧН19Х3Ш используют при изготовлении деталей печной арматуры, роликов листопркатных станов, выпускных патрубков дизелей, а также в нефтяной и химической промышленности.

-

Антифрикционные чугуны, например, АСЧ-4, АКЧ-1, АВЧ-2 (обозначение: А – антифрикционный, С – серый, В – высокопрочный, К – ковкий), применяют в узлах трения в паре с другими материалами для изготовления подшипников скольжения.

-

-