1. Произошла поломка коленчатого вала дизельного двигателя. После исследования микроструктуры было дано заключение, что структура данного сплава состоит из зерен перлита с включениями пластинчатого графита. По техническим условиям данный материал должен обладать σв ≥ 650 МПа, δ ≥ 2%, НВ ≥ 220-300. Из какого материала был изготовлен коленчатый вал?

8

Практическая работа №1

**Сравнение свойств чугунов**

Цель работы

Изучить основные разновидности чугунов, их строение, свойства и маркировку.

Теоретические основы

**Чугун** – это железоуглеродистый сплав с содержанием углерода от 2,14 до 6,67%. Кроме этих элементов, в чугуне содержится еще ряд примесей (кремний, марганец, сера, фосфор и др.). С целью улучшения свойств в чугуны могут вводиться легирующие элементы, такие как хром, никель, медь и др.

Чугун, по сравнению со сталью, имеет как преимущества, так и недостатки. Положительными свойствами этого материала являются: хорошие литейные свойства (более низкая, чем у стали, температура плавления, меньшая усадка, хорошая жидкотекучесть), хорошая обрабатываемость резанием (кроме одной разновидности – белого чугуна), достаточно высокая работоспособность в условиях трения, способность гасить вибрации, небольшая стоимость.

Недостатком чугуна являются его низкие пластические свойства и ударная вязкость, что препятствует использованию чугуна для изготовления деталей, работающих при значительных динамических, ударных нагрузках, и делает невозможным в большинстве случаев использование обработки давлением (ковки, штамповки, прокатки и т. д.) для изготовления чугунных изделий.

По структуре различают чугуны, в которых углерод находится в виде химического соединения с железом Fe3С – цементита, и чугуны, в которых углерод, в основном, находится в свободном состоянии, в виде графита.

1

Первая разновидность называется белым чугуном. Структура белых чугунов описывается чугунной частью диаграммы железо-углерод (рисунок 1).

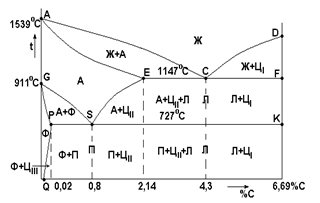


Рисунок 1 – Диаграмма железо-углерод:

Ж – жидкий раствор; А – аустенит (твердый раствор углерода в γ-Fe); Ц – цементит (Fe3С); Ф – феррит (твердый раствор углерода в α-Fe); П – перлит (эвтектоидная смесь феррита и цементита); Л – ледебурит (эвтектическая смесь аустенита и цементита, ниже линии PSK – смесь перлита и цементита)

Согласно диаграмме, существует три разновидности белых чугунов: доэвтектический со структурой перлит, ледебурит и вторичный цементит, эвтектический со структурой ледебурит и заэвтектический со структурой ледебурит и первичный цементит (рис. 2).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| фотдоэвтек copy | фотэвтектич copy | фотзаэвтек copy |
| П Л | Л = П + ЦII | ЦI Л |

Рисунок 2 – Структура белых чугунов

2

1. Зарисуйте структуры чугунов. На рисунках обозначьте все структурные составляющие и определите, к какой группе относится каждый из изучаемых образцов чугуна.
2. Выполните 1-2 задания, данные преподавателем, по выбору материала для изготовления изделий.

Оформление результатов работы

Напишите отчет, в котором укажите название и цель работы. Дайте краткую характеристику основных видов чугунов, особенности их строения и свойств. Оформите рисунки структур чугунов, с подробными пояснениями структурных составляющих и типа чугуна. Сделайте выбор материала для изделий по заданиям, с подробными пояснениями, анализом.

Варианты заданий

1. Для добычи гравия из реки Томь используют земснаряды. Шарнирные соединения труб для транспортировки гравия делают из чугуна. Условия работы: большой гидроабразивный износ, ударные нагрузки, постоянная вибрация. Выберите и обоснуйте марку чугуна.
2. Станину станка изготавливают методом литья с последующей обработкой резанием. В процессе работы станина не испытывает ударных нагрузок. Условия работы довольно легкие. Выберите материал для ее изготовления, расшифруйте марку и поясните структуру данного чугуна.
3. Корпуса редукторов изготавливают из чугуна методом литья с последующей обработкой резанием. Материал должен обладать прочностью σв = 500 МПа, относительным удлинением 1,5% и иметь твердость НВ230. Выберите и обоснуйте марку чугуна, расшифруйте ее и поясните структуру.
4. Выберите материал для корпуса небольшого электродвигателя. Условия работы легкие, нагрузки небольшие. Корпус отливается с последующей обработкой резанием. Расшифруйте марку чугуна и поясните его структуру.

7

Представляет интерес использование чугунов для деталей, работающих в специфических условиях (агрессивные среды, высокие температуры и др.). Для этого в чугуны вводят легирующие элементы, способствующие повышению необходимых свойств. Такие чугуны называют легированными или чугунами специального назначения. Они дешевле легированных сталей и вследствие лучших литейных свойств оказываются предпочтительнее для получения отливок.

Таблица 1 – Марки и механические свойства чугунов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка чугуна | σв, МПа (кг/мм2) | δ, % | НВ |
| СЧ10  СЧ15  СЧ20  СЧ35 | 100 (10)  150 (15)  200 (20)  350 (35) | –  –  –  – | 190  210  230  275 |
| КЧ 30-6  КЧ 35-10  КЧ 45-7  КЧ 60-3 | 300 (30)  350 (35)  450 (45)  600 (60) | 6  10  7  3 | 100-163  100-163  150-207  200-269 |
| ВЧ 35  ВЧ 40  ВЧ 50  ВЧ 70 | 350 (35)  400 (40)  500 (50)  700 (70) | 22  15  7  2 | 140-170  140-202  153-245  228-302 |

*Примечание*: Для серых чугунов толщина стенки отливки 15 мм, для ковких чугунов размер отливки 16 мм.

Порядок выполнения работы

1. Прочитайте внимательно основные сведения по теме работы и разберитесь с классификацией чугунов, их строением, свойствами, областью применения каждой группы материалов.
2. Изучите чугунную часть диаграммы железо-углерод.

6

Получают белый чугун при ускоренном охлаждении в процессе отливки деталей, заготовок. Способствует также получению этой разновидности чугуна повышенное содержание в нем хрома, марганца. Структура белого чугуна определяет его механические свойства: это твердый хрупкий материал, имеющий предел прочности при растяжении σв = 100-400 МПа (10-40 кг/мм2), твердость НВ 300-700 и относительное удлинение δ = 0,1-0,2 %. Вследствие низкой пластичности, белый чугун применяется очень редко, в основном, для изделий, работающих в условиях абразивного и гидроабразивного износа, когда его повышенная хрупкость не играет решающей роли.

В ряде случаев изготавливают детали с так называемой отбеленной поверхностью. Их поверхностный слой представляет собой белый чугун и имеет повышенную твердость и износостойкость, а сердцевина имеет структуру другой разновидности чугуна (с наличием графита), что обеспечивает необходимый комплекс механических свойств. Примерами таких изделий с отбеленной поверхностью являются валки для холодной прокатки металла, шары для шаровых мельниц.

Чугуны, в которых углерод находится в свободном виде, классифицируют по форме графитовых включений:

1. Серый чугун. В нем содержится графит в виде пластинчатых включений.
2. Ковкий чугун с хлопьевидными включениями графита.
3. Высокопрочный чугун, в котором графит имеет шаровидную форму.

Металлическая основа этих чугунов может быть перлитной, ферритной или феррито-перлитной. Схематические схемы рассматриваемых чугунов представлены на рисунке 3.

3

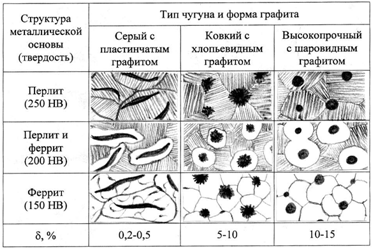


Рисунок 3 – Структуры чугунов

Поскольку графитовые включения отрицательно сказываются на механических свойствах металла, особенно на пластичности, то чем менее разветвленную форму они имеют, тем меньше их отрицательное влияние. Самая неудачная, с точки зрения механических свойств, форма графита – пластинчатая (пластичность при этом самая низкая), а наиболее благоприятная – шаровидная форма включений, обеспечивающая максимальную пластичность. Это связано с тем, что графитовые включения играют роль трещин, пустот в чугуне и являются концентраторами напряжений. Чем более компактную форму имеют эти включения, тем более «мягкий» получается концентратор напряжений и тем меньше снижение механических свойств металла за счет графита.

**Серый** чугун получают при медленном охлаждении металла при литье изделий, а также при повышенном содержании кремния, углерода. Обозначается он буквами СЧ, после которых ставится цифра, показывающая предел прочности при растяжении σв в кгс/мм2 (ГОСТ 1412-85). Например, СЧ12 (σв = 12 кгс/мм2).

4

Применяется серый чугун для изготовления слабонагруженных деталей, работающих в легких условиях. Например, корпуса редукторов, насосов, электродвигателей, различные крышки, отопительные батареи и т.п.

**Ковкий** чугун получают из белого чугуна путем специального отжига. Это длительная термическая обработка, при которой белый чугун медленно нагревается до температур 950-1000°С и после определенной выдержки медленно охлаждается. При таком отжиге происходит графитизация цементита белого чугуна с образованием хлопьевидных включений графита. Обозначается ковкий чугун буквами КЧ, после которых следуют цифры, показывающие предел прочности при растяжении σв в кгс/мм2 – первая цифра, и относительное удлинение δ в % – вторая цифра (ГОСТ 1215-92). Например, КЧ 30-6 (σв = 30 кгс/мм2, δ = 6%). Применяется этот чугун для изготовления деталей, работающих в более тяжелых условиях по сравнению с деталями из серого чугуна ‑ при повышенных нагрузках, при знакопеременных и небольших ударных нагрузках. Например, картеры редукторов, коробок передач автомобилей, кронштейны рессор, различные крюки, фланцы и т.п.

**Высокопрочный** чугун получают путем модифицирования серого чугуна при выплавке магнием или церием в количестве 0,05%. Модификаторы способствуют формированию шаровидных включений графита. Обозначаются высокопрочные чугуны буквами ВЧ, после которых следуют цифры, показывающие предел прочности при растяжении σв в кгс/мм2 – первая цифра, и относительное удлинение δ в % – вторая цифра (ГОСТ 7293-85). Например, ВЧ 40-5 (δв = 40 кгс/мм2, δ = 5%). Применяется высокопрочный чугун для изготовления ответственных деталей, работающих в довольно сложных условиях при повышенном нагружении. Например, коленчатые и распределительные валы легковых автомобилей, прокатные валки, корпуса турбин, детали кузнечно-прессового оборудования и др.

5