

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)

Кафедра металлических конструкций

ЧУГУНЫ

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Технология конструкционных материалов»
для студентов направления 270100 - «Строительство»
с ориентацией на специальности: 270102 - «ПГС»

270104 - «ГС»

270105 - «ГСХ»

270106 - «ПСМ»

270109 - «ТГВ»

270112 - «ВиВ»

270115 - «ЭУН»

и направления 270200 «транспортное строительство» с ориентацией
на специальность 270205 – «АДА»

Нижний Новгород - 2010 г.

УДК 621.78

Чугуны: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Технология конструкционных материалов» для студентов направления 270100 - «Строительство» с ориентацией на специальности: 270102-«ПГС»; 270104 - «ГС»; 270105 - «ГСХ»; 270106 - «ПСМ»; 270109 - «ТГВ»; 270112 - «ВиВ»; 270115 - «ЭУН» и направления 270200 «транспортное строительство» с ориентацией на специальность 270205 – «АДА»: Нижний Новгород, ННГАСУ, 2010 г.

В методических указаниях дано понятие чугуна, как конструкционного материала. Рассмотрены виды чугунов и их свойства в зависимости от формы графитовых включений и структуры металлической основы, определяющих механические свойства чугунов. Показаны области применения чугунов.

Рис. 4.

Составитель: Г.С.Шмаков

© Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2010 г.

Ч У Г У Н Ы

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с видами чугунов, их свойствами и областями применения.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Железоуглеродистые сплавы, содержащие более 2% углерода называются чугунами.

Кроме железа и углерода чугуны содержат в небольших количествах добавки кремния, марганца и примеси серы и фосфора.

Чугуны пластически недеформируемый материал. Их можно только отливать в изделия требуемой формы и, при необходимости, обрабатывать отлитые заготовки на металлорежущих станках.

Отлитые изделия получают путем заполнения расплавленным чугуном заранее подготовленных форм, в которых расплав, охлаждаясь с определенной скоростью, затвердевает.

Углерод в структуре чугунов может находиться в свободном состоянии в виде графита и в химически связанном состоянии в виде цементита - Fe_3C .

Чугуны, в которых весь углерод находится в виде цементита называются БЕЛЫМИ.

Чугуны, в которых углерод находится в виде графита и, частично, в виде цементита, делятся в зависимости от формы графитовых включений, на СЕРЫЕ, ВЫСОКОПРОЧНЫЕ и КОВКИЕ.

Поскольку структура чугуна состоит из металлической основы и графита, то и его свойства будут зависеть как от количества и формы графитовых включений, так и от свойств металлической основы.

Структура металлической основы чугунов определяется степенью графитизации углерода, которая зависит от скорости охлаждения жидкого расплава чугуна. Чем меньше скорость охлаждения жидкого расплава, тем больше степень графитизации. По мере повышения степени графитизации получают соответственно чугуны с перлитной, перлитно-ферритной и ферритной структурой.

3. СЕРЫЕ ЧУГУНЫ

Серый чугун - это чугун, в котором углерод находится в свободном состоянии в виде графита и, частично, в химически связанном состоянии в виде цементита.

Свое название он получил по виду излома, который, из-за наличия в структуре графита, имеет серый цвет.

Серые чугуны получают путем отливки жидкого расплава в сухие песчаные или земляные формы, которые обеспечивают медленную скорость охлаждения, способствующую более полной степени графитизации.

Графит в сером чугуне находится в виде пластин, пронизывающих его металлическую основу, Рис.1.

Графит обладает низкими механическими свойствами, и поэтому пластинчатые графитовые включения можно считать пустотами - трещинами. Отсюда следует, что серый чугун можно рассматривать как сталь, испещренную большим количеством трещин, способствующих концентрации напряжений в металлической основе чугуна. Поэтому серые чугуны плохо работают на растягивающие усилия, особенно при динамических на-

грузках. Относительное удлинение серых чугунов не превышает 0,5%. В тоже время графитовые пластинчатые включения способствуют хорошей работе серого чугуна на сжатие, придавая ему высокие демпфирующие свойства, т.е. способность гасить вибрацию.

Структура металлической основы серых чугунов, в зависимости от степени графитизации может быть, как и у стали, ферритной, феррито-перлитной и перлитной.

Лучшими прочностными свойствами обладают перлитные чугуны.

Учитывая малое сопротивление отливок из серого чугуна растягивающим и ударным нагрузкам, следует использовать этот материал для деталей, которые при эксплуатации подвергаются сжимающим и, в незначительной степени, изгибающим нагрузкам.

Из серого чугуна изготавливают фундаментные плиты строительных колонн, станины металлорежущих станков, корпусные детали редукторов, зубчатые колеса, поршневые кольца.

Серые чугуны, из-за наличия в их основе графита, обладают хорошими антифрикционными свойствами и широко используются для изготовления подшипников скольжения.

Благодаря высоким литейным свойствам, обусловленными хорошей жидкотекучестью чугуна, он находит широкое применение для отливок сложной формы с тонкими стенками, например, секций отопительных батарей, ванн, труб санитарно-технического назначения, а также изделий художественных форм: скульптуры, декоративные ограждения, решетки, кронштейны и т.п.

В маркировке серого чугуна после букв СЧ (серого чугуна) ставится число, обозначающее предел прочности чугуна на растяжение σ_B в кН/см^2 : СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35, СЧ40, СЧ45.

4. ВЫСОКОПРОЧНЫЕ ЧУГУНЫ

Высокопрочный чугун - это чугун, в котором графитовые включения имеют шаровидную форму, Рис.2.

Высокопрочный чугун получают путем введения в жидкий расплав, перед его разливкой в формы, небольших добавок магния или церия, которые обеспечивают получение в металлической основе графита шаровидной формы.

Округлые включения шаровидного графита не создают резкой концентрации напряжений в металлической основе чугуна. Такие включения не являются «трещинами», и чугун с шаровидным графитом имеет значительно более высокую прочность при растяжении и изгибе, чем чугун с пластинчатым графитом. Относительное удлинение высокопрочного чугуна составляет: $\delta = 10-15\%$. Структура металлической основы высокопрочных чугунов может быть перлитной, перлитно-ферритной и ферритной.

Чугуны с перлитной металлической основой имеют высокие показатели прочности при удовлетворительной пластичности. Высокопрочные чугуны обладают хорошей жидкотекучестью, позволяющей отливать из них изделия сложной формы. Характерным видом изделий из высокопрочного чугуна являются отливки коленчатых валов взамен кованых валов из стали. Чугунные валы по сравнению со стальными малочувствительны к внешним концентраторам напряжений, имеют лучшие антифрикционные свойства и значительно дешевле стальных валов.

Из высокопрочного чугуна изготавливают валки прокатных станов, корпуса турбин и компрессоров, блоки двигателей внутреннего сгорания,

станины кузнечно-прессового оборудования и другие детали машиностроения.

В маркировке высокопрочного чугуна после букв ВЧ (высокопрочный чугун) ставится число, обозначающее предел прочности на растяжение σ_B в кН/см²: ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100.

5. КОВКИЕ ЧУГУНЫ

Ковкий чугун - это чугун, в котором графит имеет хлопьевидную форму, Рис.3.

Ковкий чугун получают путем длительного отжига, при температурах порядка 1000⁰С, отливок из белого чугуна. В результате такой обработки, при распаде цементита белого чугуна, образуется графит хлопьевидной формы, который меньше снижает прочность и пластичность металлической основы по сравнению с пластинчатым графитом.

Ковкий чугун с хлопьевидным графитом занимает промежуточное положение по прочности между серым и высокопрочным чугуном. Несмотря на повышенную пластичность по сравнению с серым чугуном, $\delta = 5-10\%$, ковкие чугуны пластически не деформируются, т.е. их нельзя ковать, гнуть, прокатывать.

Из ковкого чугуна изготавливают путем отливки сравнительно мелкие детали, воспринимающие незначительные усилия на изгиб и растяжение. Это, в основном, детали водопроводной и газовой арматуры: корпуса кранов, задвижек, тройники, переходники, муфты, втулки. Ковкие чугуны применяют главным образом для изготовления тонкостенных деталей с толщиной стенки до 30 мм.

6. Обобщая вышесказанное можно заключить, что серые, высокопрочные и ковкие чугуны являются ценным конструкционным материалом для изделий, не испытывающих значительных растягивающих и ударных нагрузок. И в ряде случаев, благодаря наличию графита в металлической основе, чугун имеет преимущества перед сталью:

- высокие литейные свойства, т.к. чугун имеет сравнительно низкую температуру плавления и хорошую жидкотекучесть, позволяющую заполнять самые тонкие сечения литейной формы;
- наличие графитовых включений гасит вибрацию и резонансные колебания;
- не чувствителен к дефектам поверхности - надрезам;
- обладает хорошими антифрикционными свойствами, благодаря смазывающему действию графита;
- наличие графита облегчает обрабатываемость резанием - делает стружку ломкой, стружка ломается, когда резец доходит до графитового включения.

7. БЕЛЫЕ ЧУГУНЫ

Белый чугун - это чугун, в котором весь углерод находится в химически связанном состоянии в виде цементита - Fe_3C .

Он получается путем быстрого охлаждения расплава жидкого чугуна, что достигается путем его кристаллизации в металлических или в сырых земляных формах.

Структура белого чугуна состоит из цементита и перлита, Рис.4. Поэтому белый чугун обладает высокой твердостью и хрупкостью. Практически он не поддается обработке режущим инструментом. Благодаря высо-

кой твердости, износостойкость белого чугуна в 5-10 раз выше износостойкости конструкционных сталей.

Белый чугун находит применение, в основном, для изготовления деталей подвергающихся большому абразивному износу. Например, для изготовления броневой футеровки и размольных шаров рудоразмельных мельниц и камнедробилок, оборудования пневмотранспорта, центрифуг, а также деталей машин цементной промышленности. В качестве конструкционного материала белый чугун применяется крайне редко и, в основном, используется для получения ковких чугунов.

8. Классификация чугунов

Вид чугуна и пример маркировки	Структура чугуна и форма графита	Получение	Свойства	Область применения
1	2	3	4	5
Белый чугун	Весь углерод находится в виде цементита Fe_3C . Графита нет.	Быстрое охлаждение отливок (кристаллизация в металлических или сырых земляных формах).	Высокая твердость и хрупкость. Не обрабатывается режущим инструментом.	Детали, подвергающиеся абразивному износу (детали рудо-размольного оборудования). Используется для получения ковкого чугуна.
Серый чугун СЧ10, СЧ15, СЧ20, ...СЧ45. Цифры обозначают предел прочности σ_s в $кН / см^2$.	Углерод находится в основном, в виде графита пластинчатой формы и, частично, в виде цементита. Рис. 1.	Медленное охлаждение отливок (кристаллизация в сухих песчаных и земляных формах).	Низкая прочность, хорошо работает на сжатие, гасит вибрацию, хорошие антифрикционные свойства.	Станины станков, фундаментные плиты колонн, подшипники скольжения, отливки сложной формы с тонкими стенками: отопительные батареи, ванны. Художественное литье (скульптуры, декоративные ограждения, решетки и т.д.).

1	2	3	4	5
<p>Высокопрочный чугун ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45,...ВЧ100.</p>	<p>Углерод находится, в основном, в виде графита шаровидной формы и, частично, в виде цементита. Рис. 2.</p>	<p>Модифицирование расплава чугуна перед разливкой магнием или церием. Медленное охлаждение отливок.</p>	<p>Высокая прочность и удовлетворительная пластичность, хорошая жидкотекучесть.</p>	<p>Коленчатые валы и блоки двигателей внутреннего сгорания, валы прокатных станов, станины кузнечно-прессового оборудования, корпуса турбин и компрессоров.</p>
<p>Ковкий чугун КЧ37-12, КЧ35-10, КЧ50-5, КЧ55-4. Цифры 12, 10... обозначают относительное удлинение $\delta\%$.</p>	<p>Углерод находится, в основном, в виде графита хлопьевидной формы и, частично в виде цементита. Рис. 3.</p>	<p>Длительный отжиг отливок из белого чугуна при температуре около 1000°C. В результате отжига распадается цементит с образованием графита хлопьевидной формы.</p>	<p>Прочность и пластичность выше чем у серого чугуна, но ниже чем у высокопрочного, что объясняется формой включений графита.</p>	<p>Детали водопроводной и газовой арматуры: корпуса кранов, задвижек, втулки, муфты, тройники. Изготовление тонкостенных деталей с толщиной стенок до 30 мм.</p>

9. ПРИМЕРНЫЙ ОБЪЕМ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ ЗАЩИТЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

1. Дать определение понятия - чугун и его видов: серого, высокопрочного, ковкого и белого.
2. Охарактеризовать структуры и свойства чугунов.
3. Показать различие в структуре и свойствах чугуна и стали - их достоинства и недостатки по сравнению друг с другом.
4. Области применения чугунов.
5. Условия получения различных видов чугунов.
6. Принцип маркировки чугунов.

Геннадий Сергеевич Шмаков

Чугуны: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Технология конструкционных материалов» для студентов направления 270100 - «Строительство» с ориентацией на специальности: 270102-«ПГС»; 270104 - «ГС»; 270105 - «ГСХ»; 270106 - «ПСМ»; 270109 - «ТГВ»; 270112 - «ВиВ»; 270115 - «ЭУН» и направления 270200 «транспортное строительство» с ориентацией на специальность 270205 – «АДА».

Подписано к печати
1/16 офсетная, тираж 100 экз., заказ №

, бумага газетная, формат 60x90
. Уч.изд.л.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 603950, г.Н.Новгород, ул.Ильинская, 65.

Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, г.Н.Новгород, ул.Ильинская, 65.