

ЛЕКЦИЯ № 9

РАЗДЕЛ 1. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Тема 1.3 МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ, ПОЛУЧАЕМЫЕ СПЕКАНИЕМ И ПЛАВЛЕНИЕМ

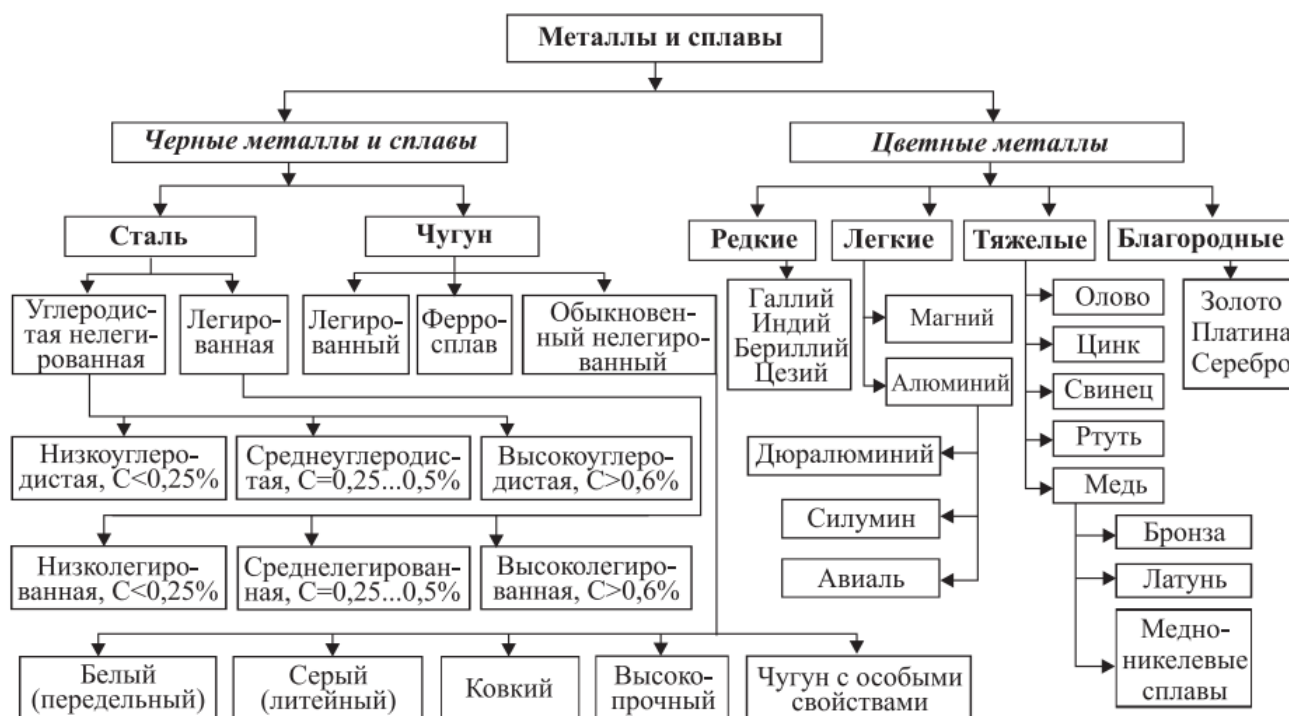
План:

- 1.Классификация металлов, строение, свойства.
- 2.Черные металлы.
- 3.Чугуны. Основы производств . Применение
- 4.Сталь. Основы производства. Применение

1. Классификация металлов, строение, свойства

Металлами называют вещества, обладающие своеобразным металлическим блеском, пластичностью, высокой прочностью, электропроводностью и теплопроводностью, что обусловлено особой природой металлической связи. Чистые металлы в большинстве случаев обладают недостаточно высокими физическими, механическими и химическими свойствами. Для улучшения этих свойств металлы сплавляют с другими металлами и неметаллами.

Такие соединения или системы, состоящие из двух или нескольких металлов или металлов и некоторых неметаллов, называют *сплавами*, а элементы, входящие в их состав, – *компонентами*.



Кристаллическая решетка металлов

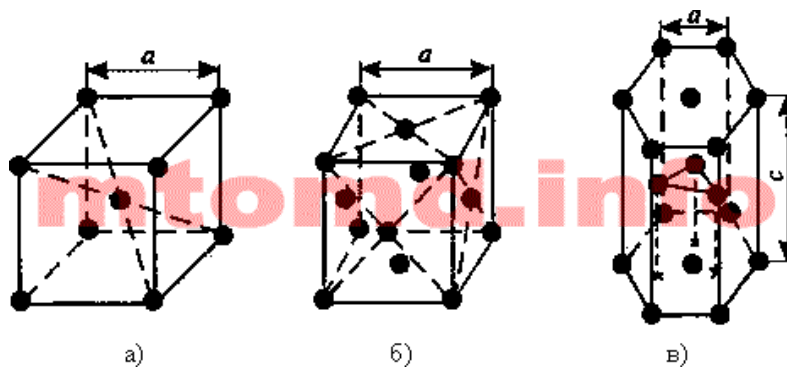
Все металлы, затвердевающие в нормальных условиях, представляют собой кристаллические вещества, то есть укладка атомов в них характеризуется определенным порядком – периодичностью, как по различным направлениям, так и по различным плоскостям. Этот порядок определяется понятием кристаллическая решетка. Другими словами, кристаллическая решетка это воображаемая пространственная решетка, в узлах которой располагаются частицы, образующие твердое тело.

Элементарная ячейка – элемент объема из минимального числа атомов, многократным переносом которого в пространстве можно построить весь кристалл. Элементарная ячейка характеризует особенности строения кристалла.

Классификация возможных видов кристаллических решеток была проведена французским ученым О. Браве, соответственно они получили название «решетки Браве». Всего для кристаллических тел существует четырнадцать видов решеток, основные:

- примитивный – узлы решетки совпадают с вершинами элементарных ячеек;
- базоцентрированный – атомы занимают вершины ячеек и два места в противоположных гранях;
- объемно-центрированный – атомы занимают вершины ячеек и ее центр;
- гранецентрированный – атомы занимают вершины ячейки и центры всех шести граней.
- Гексагональная, в основании которой лежит шестиугольник:
 - - простая – атомы располагаются в вершинах ячейки и по центру 2 оснований (углерод в виде графита);
 - - плотноупакованная (ГПУ) – имеется 3 дополнительных атома в средней плоскости (цинк).

Типы кристаллических решеток



а – объемно-центрированная кубическая; б– гранецентрированная кубическая; в – гексагональная плотноупакованная

У металлов своеобразные не только физические, но и химические свойства: способность к окислению и восстановлению в реакциях.

2. Черные металлы

Металлы разделяют на черные и цветные. К черным относятся железо и сплавы на его основе – стали и чугуны; остальные металлы являются цветными.

Черные металлы в зависимости от содержания в них углерода подразделяются на стали (с содержанием углерода до 2%) и чугуны $C > 2\%$.

3. Чугуны. Основы производства. Применение

Получение чугуна заключается в восстановлении железа из оксидов железной руды. Процесс получения чугуна ведут преимущественно в доменных печах. Существуют также и внедоменные способы получения чугуна, т.е. по прямому восстановлению из руд. Однако они не получили еще широкого внедрения.

Для производства обычного доменного чугуна используют шихту, состоящую из железной руды, флюса, флюсованного агломерата, окатышей и топлива. В состав железной руды входят железосодержащие минералы и пустая порода.

Для доменного чугуна в качестве железных руд используют магнитный железняк (магнетит), красный железняк (гематит), бурый железняк (гетит) и шпатовый железняк (сидерит), содержащие 30...70% железа в виде оксидов Fe_2O_3 или Fe_3O_4 . В состав пустой породы входят оксиды кремния SiO_2 (кремнезем), алюминия Al_2O_3 (глинозем), кальция CaO , магния MgO и другие составляющие.

Флюсы предназначены для понижения температуры плавления, обеспечения плавки руды и связывания пустой породы, неизбежно остающейся в руде после процесса рудоподготовки. По химическому составу различают основные флюсы (известняк, доломит), кислые (кремнезем) и нейтральные (глинозем). Они сплавляются с пустой породой и золой топлива и образуют легкоплавкий сплав-шлак, не смешивающийся с жидким чугуном.

Основным видом топлива в доменном процессе служит кокс, но в отдельных случаях в дополнение к коксу используют природный газ или пылевидный каменный уголь. Топливо при выплавке чугуна является не только источником тепла, но и принимает участие в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в процессе плавки. Оно является так же и основным источником углерода.

Технологический процесс производства чугуна автоматизирован. Шихту непрерывно подают через загрузочные устройства в верхнюю часть печи, а снизу через фурмы вдувают горячий воздух. В условиях доменной печи при температуре 1900 °С происходит интенсивное насыщение железа углеродом (науглероживание), поэтому доменный чугун обычно содержит 2...4,6% углерода. Флюсы взаимодействуют с компонентами руды, образуя шлак, в который уходят вредные примеси (сера, фосфор), пустая порода, излишки марганца и некоторые цветные металлы. Доменные газы выпускаются через колошники в верхней части печи. Расплавленный чугун стекает в низ печи, а расплавленный шлак как более легкий находится сверху чугуна, предохраняя его от окисления. Жидкий чугун выпускается через нижнюю летку, шлаки – через верхнюю. В доменных печах получают жидкий передельный и литейный чугуны, доменные ферросплавы (специальные чугуны), шлак и доменные газы. Чугун является основным и главным продуктом доменного производства, а шлак и доменные газы – побочными.

Разновидности чугуна.

Передельный чугун (ГОСТ 805) содержит 4...4,5% углерода, 0,6...0,8% кремния, 0,25...1,0% марганца, до 0,07% серы и до 0,3% фосфора. В его структуре преобладает цементит – твердое и хрупкое соединение. Передельный чугун выпускается трех типов:

для сталеплавильного (марки П1 и П2) и литейного (ПЛ1 и ПЛ2) производства;

фосфористый (ПФ1, ПФ2 и ПФ3);

высококачественный (ПВК1, ПВК2 и ПВК3).

На долю перedельного чугуна приходится до 90% всей продукции доменных печей.

Литейный чугун (ГОСТ 4832) отличается от перedельного повышенным содержанием кремния (до 3,6%) и в некоторых марках – фосфора (до 1,2%). Выпускается марок ЛК-00, ЛК-0, ЛК-1 до ЛК-5, различающихся содержанием кремния и углерода. Используется при производстве фасонных отливок.

Ферросплавы (ГОСТ Р 50724.1) – сплавы, состоящие из железа (не менее 4%) и нескольких металлических и (или) неметаллических элементов с повышенным содержанием марганца (зеркальный чугун, ферромарганец), кремния (ферросилиций), ванадия, титана и других металлов. Выпуск их составляет 1...2% от общей выплавки. Используются в качестве легирующих добавок и раскислителей при производстве стали.

Белыми называют перedельные чугуны, в которых весь углерод находится в связанном состоянии в виде цементита. Из-за большого содержания цементита белые чугуны обладают высокой твердостью (450...550 НВ), износостойкостью, хрупкостью, но плохо обрабатываются. Поэтому для изготовления изделий они не используются. Применяются, как и перedельный чугун, для производства стали или для отливки деталей с последующим отжигом на ковкий чугун.

Серыми называют литейные чугуны с пластинчатой формой графита, в изломе имеющие серый цвет. Содержание углерода в связанном состоянии составляет не более 0,5%. Серый чугун менее твердый, чем перedельный, хорошо обрабатывается режущими инструментами, имеет высокую износостойкость, но меньшую прочность. В случае предварительного подогрева может свариваться, обладает хорошими литейными свойствами.

Условное обозначение марки серого чугуна включает буквы СЧ (серый чугун) и цифровое обозначение величины минимального временного сопротивления при растяжении (МПа · 10–1). Например, марка СЧ 15 указывает, что минимальное временное сопротивление при растяжении серого чугуна составляет 150 МПа. В строительстве серый чугун применяют главным образом для изготовления изделий, работающих при сжатии (башмаки, тубинги, колонны в санитарно-технических системах), и в архитектурно-художественном оформлении.

Модифицированные серые чугуны получают при добавлении в жидкий чугун перед разливкой специальных добавок (ферросилиция, силикокальция и др.). Они имеют более однородное строение по сечению отливки и мелкую

завихренную форму графита. Обладают повышенными механическими и литейными свойствами.

Высокопрочные чугуны (ГОСТ 7293, EN 1563) являются разновидностью серых, но из-за повышенных механических свойств их выделили в особую группу. Получают при модифицировании жидкого серого чугуна магнием или церием (0,03...0,07% от массы отливки). Помимо высокой прочности такой чугун обладает еще и высокой пластичностью.

Условное обозначение марки высокопрочного чугуна включает буквы ВЧ (высокопрочный чугун) и цифровое обозначение величин предела прочности при растяжении (МПа · 10⁻¹) и в ряде случаев – относительного удлинения (%). Например, марка ВЧ 100-2 указывает, что предел прочности при растяжении высокопрочного чугуна составляет 1000 МПа при относительном удлинении 2%.

Высокопрочные чугуны применяются в различных отраслях техники, эффективно заменяя сталь во многих изделиях и конструкциях. Из них изготавливают трубы, оборудование прокатных станков, кузнечно-прессовое оборудование, корпуса паровых турбин, коленчатые валы и другие детали, работающие при циклических нагрузках и в условиях сильного износа.

4.Сталь. Основы производства. Применение

Общие сведения. Сталь – это деформируемый (ковкий) сплав железа с углеродом и другими неизбежными (кремний, сера, фосфор) и скрытыми (кислород, водород, азот) примесями. Доля железа в сплаве составляет 90...98,5%, а доля углерода не превышает 2,14%. Кроме того, в состав стали входят и другие химические элементы, либо содержащиеся в руде (кремний, марганец, фосфор, сера), либо вводимые специально для улучшения (легирования) свойств (никель, ванадий, хром, молибден). В сравнении с чугуном сталь обладает лучшими механическими свойствами, что обусловлено меньшей концентрацией в ней углерода и нормальных примесей.

Исходным сырьем для производства стали являются передельный чугун, выплавляемый в доменных печах, стальной лом и ферросплавы.

Полученную в сталеплавильных агрегатах сталь выпускают в разливочный ковш, а затем либо разливают в металлические формы (изложницы), либо направляют на установки непрерывной разливки стали

(машины непрерывного литья). Незначительная часть стали идет на фасонное литье

Классификация сталей.

По сложившейся практике стали классифицируют главным образом по химическому составу, способу производства, качеству, назначению, структуре в равновесном состоянии, степени раскисления, методам придания формы стальным изделиям и другим показателям. Единой международной классификации сталей не разработано.

В зависимости от химического состава стали делятся на углеродистые и легированные. По способу производства – на мартеновскую, электросталь (выплавленную в электродуговых печах), конверторную (выплавленную в кислородно-конверторных печах), сталь особых методов выплавки и др. При этом различают основную и кислую стали в зависимости от характера футеровки печи.

По качеству стали бывают:

- обыкновенного качества – содержание углерода, серы и фосфора составляет соответственно до 0,49; 0,06 и 0,07%. Выплавляют в конверторах или мартеновских печах. Предназначены для изготовления проката, труб, ленты, проволоки и других изделий;
- качественные – содержание серы и фосфора в них не должно превышать 0,035%. Колебание содержания углерода в стали одной марки допускается не более 0,08%. Получают преимущественно в мартеновских печах с соблюдением повышенных требований к составу шихты и технологическим режимам плавки и разливки;
- высококачественные – содержание серы и фосфора не превышает 0,025%. Колебание содержания углерода в стали одной марки допускается не более 0,07%. Изготавливают главным образом в электропечах или в так называемых кислых мартеновских печах;
- особовысококачественные – содержание серы допускается до 0,015%. Для таких сталей характерны высокая ударная вязкость, стойкость к пониженным температурам и контактная выносливость. Выплавляют главным образом в электропечах с электрошлаковым переплавом.

Поведение металла при кристаллизации обусловлено степенью его раскисленности. Раскисление – это процесс удаления из жидкого металла кислорода, находящегося в виде оксида FeO и способствующего хрупкому разрушению при горячей деформации. Чем полнее удален из стали кислород,

тем спокойнее протекает процесс затвердевания. В зависимости от условий и степени раскисления стали могут быть кипящие (кп), полуспокойные (пс) и спокойные (сп). Каждый из этих видов стали имеет свои достоинства и недостатки. Выбор технологии раскисления и разливки стали определяется ее назначением и технико-экономическими показателями производства.

По назначению стали подразделяют на конструкционные (строительные и машиностроительные), инструментальные (углеродистые и легированные) и стали с особыми свойствами.

Разновидности сталей.

Металлургической промышленностью разных стран вырабатывается более 2 тыс. различных марок сталей и сплавов на основе железа. На долю углеродистых сталей приходится около 80% от общего объема выплавки.

Углеродистой сталью называют сплав железа с углеродом, содержащим до 2% углерода и постоянных примесей: кремния – до 0,5%, марганца – до 2%, серы и фосфора – до 0,05%. По содержанию углерода стали бывают низкоуглеродистые (с содержанием углерода до 0,25%), среднеуглеродистые (0,25...0,6%) и высокоуглеродистые (более 0,6%). Содержание углерода и примесей определяют структуру и свойства углеродистых сталей.

Углеродистые конструкционные стали могут быть только обыкновенного качества и качественными. Для строительных металлических конструкций применяют в основном низкоуглеродистые стали обыкновенного качества, для ответственных строительных конструкций – качественные.

В зависимости от содержания углерода, марганца и кремния углеродистая сталь обыкновенного качества подразделяется на марки Ст0...Ст6. Чем выше марка стали, тем больше в ней содержание углерода. В конце обозначения марки стали указывают способ раскисления (например, Ст3пс). Качественные углеродистые стали маркируют двузначными цифрами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента (05; 08; 10; 25; 40 и др.).

Легированными сталями называют те, в которые для получения требуемых свойств вводят специальные (легирующие) добавки других элементов, чаще всего металлов (никель, хром, молибден, вольфрам, медь и др.). Такие стали обладают более высоким уровнем механических и технологических свойств. Легирующие добавки оказывают различное

влияние как на кристаллическое строение, так и физико-механические характеристики стали. Почти все легирующие добавки изменяют температуру полиморфных превращений железа, эвтектоидной и эвтектической реакций и влияют на растворимость углерода в аустените.

По степени легирования (т.е. по суммарному содержанию легирующих элементов) различают низколегированные (менее 2%), среднелегированные (2...10%) и высоколегированные (более 10%) стали. Такого вида сталь обладает по сравнению с углеродистой повышенной прочностью, износостойкостью и коррозионной стойкостью в различных средах, пониженной склонностью к старению, хорошей свариваемостью.

По наличию основных легирующих элементов сталь подразделяется на группы: хромистая, марганцевая, хромоникелевая, хромокремнистая и др.

Легированная конструкционная сталь (ГОСТ 4543) в зависимости от химического состава и свойств делится на качественную, высококачественную (А) и особовысококачественную (Ш). По видам обработки при поставке различают сталь горячекатаную, кованую, калиброванную, серебрянку.

В обозначении марок конструкционной легированной стали первые две цифры указывают на содержание углерода в сотых долях процента. Затем следуют буквы, обозначающие легирующие элементы. Цифры после букв указывают на среднее содержание данного элемента в целых единицах. Отсутствие цифры означает, что содержание данного легирующего элемента менее 1%.

Стали, используемые для изготовления металлических конструкций в сооружениях промышленных зданий, пролетных строений мостов и эстакад, магистральных нефте- и газопроводов называют строительными. Для этих целей используют в основном низколегированные (Si, Mn, Cr и др.) и углеродистые (0,10...0,25%) стали обыкновенного качества (ГОСТ 380). Поставляют их, как правило, по механическим свойствам в виде листов разной толщины и сортового проката (ГОСТ 535). Основными свойствами их являются механические (прочность, относительное удлинение) и технологические (свариваемость). Низколегированные строительные стали имеют улучшенные механические свойства и пониженную температуру перехода в хрупкое состояние (-40°C ... -60°C).

В соответствии с ГОСТ 27772 строительные стали подразделяют на несколько классов по прочности: С235, С245, С255, С275, С285, С345, С375, С390, С440, С590. В обозначении класса стали: С – сталь строительная,

цифры соответствуют минимальному пределу текучести (МПа). Буквы в конце обозначения указывают на сталь: К – с повышенной коррозионной стойкостью, Т – термоупрочненный прокат, Д – повышенное содержание меди. Различают стали обычной прочности – С235...С285, повышенной прочности – С345...С390 и высокопрочные – С440 и С590. Конструкционные строительные стали поставляют в виде прутков, профилей, листов и широких полос. Кроме того, в строительстве применяют из этой стали заклепки, болты, гайки, шайбы, винты, гвозди, поковки, проволоку, канаты и другие изделия.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое металл?
2. Строение кристаллической решетки металлов.
3. Конструкционные и инструментальные виды сталей.
4. Где применяют чугуны?