Луганский Национальный Аграрный Университет

Кафедра Материаловедения

Тема: МЕТАЛЛЫ И МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

Выполнил:

студент 633 гр.

Комаров Роман

Проверил:

Сумасшедший Погостнов

Луганск 2008

**Лекция 6. МЕТАЛЛЫ И МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ**

**6.1 Общие сведения о металлах и сплавах**

Металлы – кристаллические вещества, характеризующиеся высокими электро- и теплопроводностью, ковкостью, способностью хорошо отражать электромагнитные волны и другими специфическими свойствами. Свойства металлов обусловлены их строением.

В технике обычно применяют не чистые металлы, а сплавы.

Сплавы – это системы, состоящие из нескольких металлов или металлов и неметаллов. В строительстве применяют сплавы железа с углеродом (сталь, чугун), меди и олова (бронза) и меди и цинка (латунь) и др.

Применяемые в строительстве металлы делят на две группы: черные и цветные. К черным металлам относятся железо и сплавы на его основе (чугун и сталь). Сталь – сплав железа с углеродом (до 2,14 %) и другими элементами. По химическому составу различают, стали углеродистые и легированные, а по назначению – конструкционные, инструментальные и специальные. Чугун – сплав железа с углеродом (более 2,14 %), некоторым количеством марганца (до 2 %), кремния (до 5 %), а иногда и других элементов. В зависимости от строения и состава чугун бывает белый, серый и ковкий.

Таблица 6.1. Физико-механические свойства металлов и их сплавов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Металл | Предел прочности при растяжении, МПа | Плотность, кг/м3  |
| ЧугунУглеродистая стальЛегированная стальАлюминиевые сплавыТитановые сплавы | 100…600200…600500…1600100…300до 1500 | 7850785078502500…30004500…5000 |

К цветным металлам относятся все металлы и сплавы на основе алюминия, меди, цинка, титана. Металлы очень технологичны: во-первых, изделия из них можно получать различными индустриальными методами (прокатом, волочением, штамповкой и т. п.), во-вторых, металлические изделия и конструкции легко соединяются друг с другом с помощью болтов, заклепок и сварки.

Высокая теплопроводность металлов требует устройства тепловой изоляции металлоконструкций зданий. Металлические конструкции зданий необходимо специально защищать от действия огня, т.к. они теряют устойчивость и деформируются. Большой ущерб экономике наносит коррозия металлов. Металлы широко применяют в других отраслях промышленности, поэтому их использование в строительстве должно быть обосновано экономически.

**6.2 Строение и свойства железоуглеродистых сплавов**

Металлы, как и другие вещества, могут существовать в различных кристаллических формах. Полиморфные превращения в металлах происходят при изменении температуры. Так, при температуре свыше 723°С железо переходит из α-модификации в γ-модификацию, при этом изменяются физико-механические свойства металла. При резком охлаждении металла высокотемпературные модификации могут переходить в низкотемпературные. На этом, например, основана термообработка металлов (закалка, отпуск, нормализация).

Химическое соединение железа с углеродом, Fe3C – карбид железа, в котором содержится 6,67 % углерода, называют цементитом. Цементит хрупок и имеет высокую твердость. Чем больше цементита в сплаве, тем он более твердый и хрупкий.

В сталях и чугунах феррит, аустенит и цементит существуют в виде механических смесей. Иными словами, сталь и чугун – поликристаллические материалы, свойства которых зависят как от химического состава (количества железа, углерода и других примесей), так и от структуры (типа и размера кристаллов). Например, при нагревании до температуры выше 723оС твердая и прочная углеродистая сталь, состоящая из смеси феррита и цементита, становится мягкой и прочность ее падает, так как смесь феррита и цементита переходит в аустенит – раствор углерода в γ-железе. На этом основана горячая обработка (прокат, ковка) углеродистых сталей. Этим же объясняется резкое падение прочности стальных конструкций при нагреве во время пожара.

**6.3 Технология изготовления чугуна и стали**

Основной способ производства черных металлов – получение чугуна и последующая его переработка в сталь. Для получения стали, используют металлолом и железную руду. Чугун получают в доменных печах высокотемпературной (до 1900˚С) обработкой смеси железной руды, твердого топлива (кокса) и флюса. Флюс (обычно известняк СаСО3) необходим для перевода пустой породы (состоящей в основном из SiO2 и Al2O3), содержащейся в руде и золы от сжигания топлива в расплавленное состояние. Эти компоненты, сплавляясь друг с другом, образуют доменный шлак, который представляет собой смесь силикатов и алюминатов кальция.

Доменная печь – сооружение с полезным объемом печи – 2000...3000м3, суточной производительностью – 5000…7000 т. В печь (рис. 7.1) через устройство 3 загружают шихту, а снизу через фурмы 7 подают воздух. По мере продвижения шихты вниз ее температура поднимается. Горение топлива происходит в верхней части горна вблизи фурм по реакции:

С + О2 = СО2 +q

СО2 + С = 2СО - q

Восстановление железа начинается в самых верхних горизонтах печи при 200…400оС и заканчивается при 1000…1100оС по реакциям:

3Fe2O3 + CO = 2Fe3O4 + CO2↑

Fe3O4 + CO = 3FeO + CO2

FeO + CO = Fe + CO2

Сразу же после восстановления железа образуются карбид железа (цементит).

2Fe + 2CO = Fe3C + CO2

При температуре выше 900оС происходит быстрое науглероживание железа. При 1147оС начинается образование жидкого чугуна расплавление пустой породы и флюсов с образованием шлаков, более легких чем чугун. Расплавленный чугун 9 стекает вниз печи, а расплав шлака 2, как более легкий, находится сверху чугуна. Чугун и шлак периодически выпускают через летки 1 и 8 в ковш. На каждую тонну чугуна получается около 0,6 т огненно-жидкого шлака.

Чугун поступает к разливочным машинам для отливки в «чушки» для переработки в сталь, а шлаки из печи направляют на грануляцию или в отвал.

В доменных печах выплавляют передельные и литейные, а также специальные чугуны, называемые ферросплавами. Передельные чугуны применяют для получения стали, литейные – для различных отливок. Специальные (сплавы железа с марганцем – ферромарганец, с кремнием – ферросилиций и др.) применяют при получении стали как раскислители или легирующие добавки.

Сталь – железоуглеродистый сплав с содержанием углерода до 2,14%. Сталь производят из передельного чугуна.

При переработке чугуна в сталь окислением, в сплаве уменьшают содержание углерода и марганца, кремния, фосфора, серы, которые выгорают или переходят в шлак. Сталь получают в конвертерах, мартенах и электропечах.

Конвертерный способ. Сталь получают путем продувки воздуха через чугун. Различают кислый и оснóвный способы получения стали.

Кислый бессемеровский заключается в том, что в конвертер, находящийся в наклонном положении заливают чугун, переводят его в вертикальное положение и начинают продувать воздухом. При этом протекают реакции окисления. Вначале кислород реагирует с железом:

2Fe + O2 = 2FeO

Далее закись железа «отдает» свой кислород кремнию, марганцу и углероду, «обладающим» большим химическим сродством к нему.

2FeO + Si = 2Fe + SiO2

FeO + Mn = Fe + MnO

FeO + C = Fe + CO

При окислении выделяется большое количество тепла. Температура в конвертере достигает 1600…1650оС После того как выгорят Si, Mn, C, снова начинает окисляться Fe до FeO, поэтому продувку воздухом прекращают. В стали остаются часть закиси железа FeO, ухудшающей механические свойства стали. Поэтому получение стали заканчивают раскислением, т.е. восстановлением FeO до Fe. В качестве раскислителей применяют ферромарганец, ферросилиций, алюминий и др.

Раскислители восстанавливают железо по реакциям аналогичным выше. Образующиеся оксиды MnO и SiO2 переходят в шлак. Чугун должен содержать минимальное количество серы, S и фосфора, P (0,06…0,07%), а кремния, Si=0,9…2,0%.

Бессемеровский способ характеризуется большой производительностью и пониженной себестоимостью стали, но она при низких температурах становится хрупкой, т.е. для ответственных конструкций не годится. Более распространен основный способ, при этом получают качественную сталь из чугуна любого химического состава.

Основный способ (Томасовский, англ., 1878г.). Томас предложил получать сталь из чугунов, богатых фосфором (Р), путем продувки воздухом в конвертерах, для этого в конвертер перед заливкой жидкого чугуна загружают негашеную известь в количестве 10…12% от массы чугуна. Получение стали заканчивается ее раскислением. Передельный томасовский чугун должен содержать 1,6…2,0% Р и не более 0,5% Si, так как образующийся оксид кремния (SiO2) вступает в химическое взаимодействие с СаО и уменьшает кислотность шлаков. Сталь, полученная, по этому способу обладает теми же недостатками.

Мартеновский способ. 1864г. Мартен, построил регенератавную печь, в которой получают сталь по основному и кислому способам. В качестве топлива применяют колошниковый (доменный) или генераторный газ.

Получение стали в электропечах – электрометаллургический способ. Источник тепла электродуга, образующая между угольными электродами и металлической шихтой. Процесс включает два периода. В первом – происходит окисление Mn, Si, С, Р за счет кислорода руды. В состав шихты вводят также известь, поэтому образующиеся сильноосновные шлаки удерживают весь фосфор.

Во втором периоде происходит раскисление стали и очищение ее от неметаллических включений и серы. Для окончательного раскисления стали, в печь вводят ферросилиций и алюминий. При получении легированных сталей в этот период в расплавленный металл вводят легирующие добавки, сталь получают заданного химического состава. Выплавленную сталь разливают на слитки или перерабатывают в заготовки методом непрерывной разливки.

Изготовление стальных изделий**.** Стальные слитки – полуфабрикат, из которого получают необходимые изделия. В основном применяют обработку стали давлением: металл под действием приложенной силы деформируется, сохраняя приобретенную форму. Для облегчения обработки сталь часто предварительно нагревают. Различают следующие виды обработки металла давлением: прокатка, прессование, волочение, ковка, штамповка. Наиболее распространенный метод обработки – прокатка. При прокатке стальной слиток пропускают между вращающимися валками прокатного стана, в результате чего заготовка обжимается, вытягивается и приобретает заданную форму. Прокатывают сталь в холодном состоянии. Сортамент стали горячего проката – сталь круглая, квадратная, полосовая, уголковая равнобокая и неравнобокая, швеллеры, двутавровые балки, шпунтовые сваи, трубы, арматурная сталь гладкая и периодического профиля и др. При волочении заготовка последовательно протягивается через отверстия (фильеры) размером меньше сечения заготовки, вследствие чего заготовка обжимается и вытягивается. При волочении в стали появляется так называемый наклеп, который повышает ее твердость. Волочение стали обычно производят в холодном состоянии, и получают изделия заданных профилей с чистой и гладкой поверхностью. Способом волочения изготовляют проволоку, трубы малого диаметра, а также прутки круглого, квадратного и шестиугольного сечения. Ковка – обработка раскаленной стали повторяющимися ударами молота для придания заготовке заданной формы. Ковкой изготовляют разнообразные стальные детали (болты, анкеры, скобы и т. д.). Штамповка – разновидность ковки, при которой сталь, растягиваясь под ударами молота, заполняет форму штампа. Штамповка может быть горячей и холодной. Этим способом можно получать изделия очень точных размеров.

Прессование представляет собой процесс выдавливания находящейся в контейнере стали через выходное отверстие матрицы. Исходным материалом для прессования служит литье или прокатные заготовки. Этим способом можно получать профили различного сечения, в том числе прутки, трубы небольшого диаметра и разнообразные фасонные профили.

Холодное профилирование – процесс деформирования листовой или круглой стали на прокатных станах. Из листовой стали получают гнутые профили с различной конфигурацией в поперечнике, а из круглых стержней на станках холодного профилирования путем сплющивания – упрочненную холодносплющенную арматуру.

**6.4 Углеродистые и легированные стали**

Металлические конструкции, арматуру для железобетона, трубы, крепежные детали и другие строительные изделия изготовляют, как правило, из конструкционных углеродистых сталей. Конструкционные легированные стали, используют только для особо ответственных металлических конструкций и арматуры для предварительно напряженного железобетона.

В зависимости от содержания углерода стали делятся на низко- (до 0,25% углерода), средне- (0,25...0,6 %) и высокоуглеродистые (>0,6 %). С увеличением содержания углерода уменьшается пластичность и повышается твердость, стали; прочность ее также возрастает, но при содержании углерода более 1 % вновь снижается. Повышение прочности и твердости стали, объясняется увеличением содержания в стали твердого компонента – цементита.

Углеродистые стали по назначению подразделяют на стали общего назначения и инструментальные. Углеродистые стали общего назначения подразделяют на три группы: А, Б и В. Стали группы А изготовляют марок Ст0, Ст1 и т. д. до Ст6 и поставляют потребителю с гарантированными механическими свойствами. Чем больше номер стали, тем больше в ней содержится углерода: в стали Ст3 – 0,14...0,22 % углерода в стали Ст5 – 0,28...0,37 %.

Из стали марок Ст1 и Ст2 с высокой пластичностью, изготовляют заклепки, трубы, резервуары и т. п.; из сталей Ст3 и Ст5 – горячекатаный листовой и фасонный прокат, из которой выполняют конструкции и большинство видов арматуры для железобетона. Эти стали хорошо свариваются и обрабатываются. Стали группы Б (БСт0, БСт1, БСт3 и т. д.) поставляют с гарантированным химическим составом; стали группы В – с гарантированным химическим составом и механическими свойствами. Благодаря определенности химического состава стали групп Б и В можно подвергать термической обработке.

Легированные стали помимо компонентов, входящих в углеродистые стали, содержат легирующие элементы, повышающие качество стали с особыми свойствами. Каждый элемент оказывает свое влияние на сталь. Марганец (Г) повышает прочность, износостойкость стали и сопротивление ударным нагрузкам без снижения ее пластичности. Кремний (С) повышает упругие свойства. Никель (Н) и хром (Х) улучшают механические свойства, повышают жаростойкость и коррозионную стойкость. Молибден улучшает механические свойства стали.

Легированные стали по назначению делят на конструкционные, инструментальные и стали со специальными свойствами (нержавеющие, жаростойкие и др.). Для строительных целей применяют в основном конструкционные стали.

Конструкционные низколегированные стали, содержат не более 0.6 % углерода. Общее содержание легирующих элементов не превышает 5 %.Низколегированные стали, обладают наилучшими механическими свойствами после термической обработки.

При маркировке легированных сталей первые две цифры показывают содержание углерода в сотых долях процента, следующие за ним буквы – условное обозначение легирующих элементов. Если количество легирующего элемента составляет 2 % и более, то после буквы ставят еще цифру, указывающую это количество. Например, марка стали 25ХГ2С показывает, что в ней содержится 0,25 % углерода, около 1 % хрома, 2 % марганца и около 1 % кремния. При маркировке высококачественных легированных сталей (с низким содержанием серы и фосфора) в конце ставится буква А.

В строительстве применяют легированные стали марок 10ХСНД, 15ХСНД для ответственных металлических конструкций (ферм, балок); 35ХС; 25Г2С, 25ХГ2СА, 30ХГСА и 35ХГСА – для арматуры предварительно напряженного бетона.

Прочность на растяжение таких сталей в 2...3 раза выше, чем обыкновенных углеродистых сталей Ст3 и Ст5. Так, у стали 30ХГСА предел прочности при растяжении не менее 1100 МПа, а у стали 35ХГСА – не менее 1600 МПа (у стали Ст5 - 500...600 МПа). Такие высокие показатели позволяют получать из легированных сталей более легкие конструкции при сохранении необходимой несущей способности. Это снижает расход металла. Изменения физико-механических свойств стали можно добиться путем направленной термической обработки. Меняя режим нагрева, можно фиксировать ту или иную структуру стали. Закалка заключается в нагреве стали до 800... 1000° и быстром охлаждении в воде или в масле. При закалке образуется мартенситовая структура стали с высокой твердостью и прочностью, а также пониженной пластичностью и ударная вязкостью.

Нормализация – нагрев стали с последующим охлаждением на воздухе. При этом образуется однородная мелкозернистая структура стали с высокой пластичностью и ударной вязкостью).

Отпуск – медленный нагрев стали до 250...350°С, выдержка при этой температуре и медленное охлаждение на воздухе. Отпуск производится для снижения уровня внутренних напряжений и перевода стали в ферритно-цементитную структуру. Этот процесс как бы обратный закалке. Основная задача отпуска – повышение пластичности стали с сохранением высокой прочности.

**6.5 Стальной прокат, арматура и изделия**

Стальные конструкции выполняют из прокатных элементов различного профиля, трубчатых и гнутых профилей, полосовой и листовой стали. В строительстве чаще всего применяют следующие прокатные и гнутые профили: двутавровые балки, швеллеры, уголки равно- и неравнополочные, квадратные и прямоугольные трубы. Каждый профиль выпускают нескольких типоразмеров, регламентированных стандартами.

Стержневая арматурная сталь представляет собой горячекатаные стержни диаметром 6...80 мм. В зависимости от марки стали и соответственно физико-механических показателей стержневую арматуру делят на шесть классов. С повышением класса увеличивается предел прочности и снижается относительное удлинение при разрыве арматурной стали.

Арматурные стержни класса А-I гладкие, А-II...А-VI – периодического профиля, что улучшает их сцепление с бетоном. Стержневую арматуру диаметром более 10 мм поставляют в виде прутков длиной от 6 до 18м; диаметром 6...9мм – в бухтах и выпрямляют в стержни на месте применения.

Стальную арматурную проволоку изготовляют двух классов: В-I – из низкоуглеродистой стали (предел прочности 550...580 МПа) и В-II – из высокоуглеродистой или легированной стали (предел прочности 1300...1900 МПа). Проволоку получают из стальных прутьев путем вытяжки; при этом она упрочняется в результате изменения структуры металла (явление наклепа). Проволока класса В-I предназначена для армирования бетона без предварительного напряжения, а В-II – для предварительно напряженного армирования. Если на проволоке делают рифления для улучшения сцепления с бетоном, то в обозначение добавляют букву р (например, Вр-I или Вр-II).

Из стальной проволоки изготовляют также арматурные сетки и каркасы, нераскручивающиеся пряди (трех-, семи- и двенадцатипроволочные) марок П-3, П-7 и П-12 и стальные канаты. Канаты и пряди используют для напряженной арматуры

**6.6 Коррозия металлов и способы защиты от неё**

Коррозия металлов – процесс разрушения металлов и сплавов вследствие химического или электрохимического взаимодействия с внешней средой, в результате которого металлы окисляются и теряют присущие им свойства. Ежегодно в мире в результате коррозии теряется 10... 15 % выплавляемого металла.

Химическая коррозия – разрушение металлов и сплавов в результате окисления при взаимодействии с газами (О2, SО2 и др.) при высоких температурах или с органическими жидкостями – нефтепродуктами, спиртом и т. п.

Электрохимическая коррозия – разрушение металлов и сплавов в воде и водных растворах. Для развития коррозии достаточно, чтобы металл был просто покрыт тончайшим слоем адсорбированной воды.

Для повышения долговечности и сохранения декоративности металлоконструкции защищают от коррозии. Наиболее простой способ, нанесение на его поверхность водонепроницаемых неметаллических покрытий (битумных, масляных и эмалевых красок), покрытие металлов тонким слоем пластмассы или металла (оловом, цинком, хромом, никелем и др.). Покрытие цинком используют для защиты от коррозии закладных деталей железобетонных изделий, водопроводных труб, кровельной жести. Защитный слой наносят гальваническим (электролитическим осаждением из раствора солей) или термическим методом (окунанием в расплав металла или распылением расплава).

Для получения металлов, хорошо противостоящих коррозии, применяют легирование. Так, вводя в сталь хром и никель в количестве 12...20 %, получают нержавеющие стали, стойкие в минеральных кислотах.