

Лекция 13. Изделия и материалы из металла

13.1. Преимущества и недостатки металлов. Сплавы.

К металлам относят вещества, которые имеют высокие механические свойства и им характерен специфический (металлический) блеск, значительные электро- и теплопроводность, ковкость. Они хорошо свариваются, работают при высоких и низких температурах. Эти свойства обусловлены наличием в кристаллической решетке электронов, которые способны свободно перемещаться.

$$\rho_0 = 7850 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$$

Но, металлы имеют и недостатки – большую плотность, склонность к коррозии под действием различных агрессивных сред, существенные деформации при высоких температурах и т.д. Это обусловило применение сплавов металлов – материалов, которые содержат два и более химического элемента.

Металлы и сплавы делят на черные и цветные (медь, алюминий, цинк, никель). К черным металлам относят железо и сплавы на его основе (чугун, сталь). В строительстве более всего используют черные металлы – для изготовления каркасов здания, арматуры в железобетоне, конструкциях мостов, трубопроводов и т.д.

13.2. Свойства металлов и сплавов .

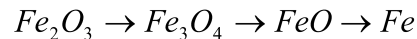
- **Плотность** большинства металлов составляет - $\rho > 7000 \text{ кг/м}^3$, для легких - - $\rho < 3000 \text{ кг/м}^3$. Чем меньше плотность, тем, соответственно, легче конструкции из металла. Температура плавления – изменяется при введении в металл добавок и характеризуется диаграммой состояния.
- **Температурное расширение металлов при нагревании** - характеризуется коэффициентом линейного и объемного расширения и используется при производстве предварительно-напряженных конструкций в ЖБК.
- **Прочность** – способность металла или сплава сопротивляться воздействию внешних сил. Различают прочность при растяжении, сжатии, изгибе, кручении. Характеризуются они границами прочности или напряжениями, при которых исследуемый образец разрушается.
- **Ударная вязкость** – способность металла сопротивляться ударным нагрузкам. Исследования проводят на копрах. Характеристикой является затраченная работа (Дж) на разрушение образца отнесенная к единице площади (м^2) или объема (м^3).
- **Твердость** металла определяют его противодействием при вдавливании в него твердого стального шарика или алмазной пирамиды.
- На **усталость** испытывают образцы из стали и сплавов, детали из которых работают в условиях повторно-переменных растягивающих, сжимающих, изгибающих и других нагрузок.
- **Ползучесть** – способность деформироваться под постоянным нагружением. Вследствие ползучести могут увеличиться прогибы, утрачивается стойкость. Ползучесть особенно небезопасна в предварительно-напряженных конструкциях.

13.3. Производство и виды чугуна.

Чугун получают сплавлением железа с углеродом (2÷6%) и некоторого количества Si, Mn, S фосфора и т.д. Его выплавляют в доменных печах, куда подаются слоями: подготовленная железная руда (шихта), кокс (топливо) и флюс (известняки, доломиты), который снижает температуру плавления руды и способствует переходу вредных для металла примесей в шлак.

В железных рудах железо находится в виде окислов Fe_2O_3 и Fe_3O_4 . В количестве 20÷70%. Кокс получают путем спекания угля без доступа воздуха. Он принимает участие в процессе получения железа.

В нижнюю часть печи, которую называют горном, подают горячий воздух, ($t = 500 \div 800^\circ C$) который поддерживает горение топлива. Кокс, соединяясь с кислородом, образует углекислый газ (CO_2) и, таким образом, получаем железо по схеме:



При этом образуются и другие элементы: SiO_2, Mn_2O_3, P_2O_5 и др.

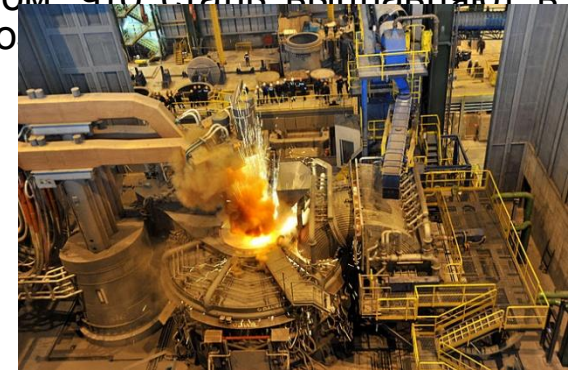
В нижней части печи собирается расплавленный чугун, а над ним слой расплавленного шлака. Чугун и шлак 4÷6 раз в сутки выпускают через желоба.

В процессе доменной плавки получают: а). переработанный (белый) чугун до 90%, который используют для производства стали; б). серый чугун - 8÷15%, из которого изготавливают чугунные отливки; в). ферросплавы (до 3%) с повышенным содержанием Mn и Si , которые используют, как добавки при производстве стали.

13.4. Производство и виды стали.

Сталь выплавляют из белого (переработанного) чугуна мартеновским, конверторным и электроплавильными способами. Процесс выплавки состоит в уменьшении количества углерода и примесей в чугуне окислением его кислородом воздуха, который продувается сквозь расплав. Образовавшиеся соединения выделяются в виде шлаков. Закись железа, которая остается в конце плавки, снижает механические свойства железа. Для розкисления в жидкий металл вводят Mn , Si , Al , Mg , Zr . Оксиды всплывают и удаляются вместе со шлаком. Полностью розкисленную сталь называют спокойной, мало розкисленную – кипящей.

Мартеновский способ производства стали, основан на том, что сталь выплавляют в мартеновских печах, которые имеют регенераторы для нагрева воздуха.



Конверторный способ основан на том, что расплавленный чугун, который находится в конверторе, продувается кислородом через специальные отверстия днища конвертора.

Электроплавильный способ производства стали, ведут в дуговых или индукционных электропечах.

В зависимости от количества легируемых добавок различают стали:

- низколегированные, с количеством легирующих веществ до 2%;
- среднелегированные - 2÷10%;
- высоколегированные - > 10%.

В строительстве широко используют низколегированную сталь.

Отличие чугуна от стали

ЖЕЛЕЗО	СПЛАВЫ ЖЕЛЕЗА	
	ЧУГУН	СТАЛЬ
Не прочно мягко	<p data-bbox="540 464 966 514">$Fe > 2\% C$ (углерода)</p> <ul data-bbox="540 521 966 742" style="list-style-type: none">-высокая твёрдость-хрупок-при затвердевании расширяется   	<p data-bbox="1120 464 1603 514">$Fe < 2\% C$ (углерода)</p> <p data-bbox="1120 528 1275 564">можно:</p> <ul data-bbox="1120 578 1391 735" style="list-style-type: none">-ковать-штамповать-прокатывать  

13. 5. Основные металлы, применяемые в строительстве.

13.5.1. Углеродистые и легированные стали.

На механические свойства углеродных сталей влияет содержание углерода. При его увеличении повышается прочность, твердость и износостойкость стали, но снижается пластичность и ударная вязкость, а также ухудшается свариваемость.

В марках сталей общего назначения обозначаются группы, на основании которых сталь применяется (А – по механическим свойствам; Б – по химическому составу; В – по механическим свойствам и химическому составу); условный номер стали (по содержанию углерода); дополнительные индексы (сп – спокойная, пс – полуспокойная, кп – кипящая сталь).

БСт1кп – сталь группы Б с условным номером 1, кипящая.

Качественную конструкционную углеродную сталь (количество углерода $0,65 \div 0,7\%$) делят на две группы:

а). с нормальным содержанием углерода; б). с повышенным содержанием углерода.

05кп – сталь со средним содержанием углерода 0,05%, кипящая;

A12 – автоматная сталь со средним содержанием углерода 0,12%.

Инструментальные углеродистые стали содержат углерод $0,65 \div 1,35\%$ и марганца 0,4%. Их делят на качественные и высококачественные.

У7 – инструментальная сталь, качественная с содержанием углерода 0,7%.

У7А – инструментальная сталь, высококачественная с содержанием углерода 0,7%.

Легированными называют, стали, в состав которых вводят легирующие добавки:

С - кремний; Г - марганец; Х - хром; - никель; Н - марганец; В - вольфрам; Т - титан; Д - медь; К - кобальт; Ю - алюминий др.

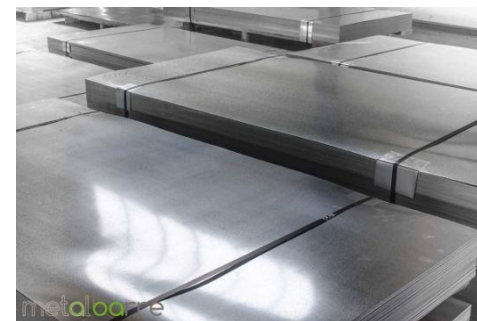
09Г2СД – сталь с количеством углерода 0,09%, марганца – 2%; кремния 1 %; меди – до 1%.

В строительстве применяют низколегированные стали, которые содержат до 2,5% легирующих элементов.

13.5.2. Коррозионно-стойкие стали.

Коррозионно-стойкими называют, стали, которые имеют высокую стойкость против коррозии в агрессивных средах. Широкое применение нашли хромистые нержавеющие и хромоникелевые стали. Например, 08Х13.

Применяют их для производства изделий и конструкций, которые эксплуатируются в грунтовых и морских водах, газах и т.д.



13.5.3. Цветные металлы и сплавы.

Цветные металлы и их сплавы применяют для изготовления деталей, которые работают в условиях агрессивной среды и имеют высокую тепло- и электропроводность, небольшую массу.

Олово, медь, алюминий, цинк – цветные металлы.

Латунь – сплав меди с цинком (10+40%). При маркировке латуни (Л90), цифры обозначают количество меди в процентах.

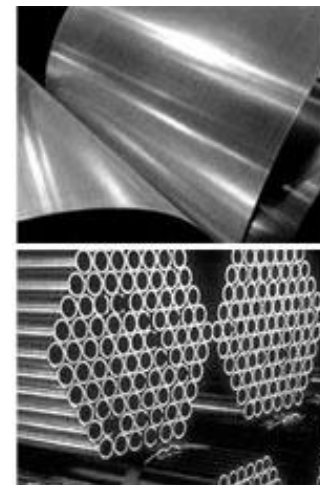
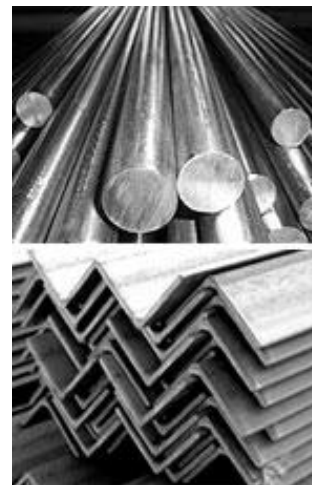
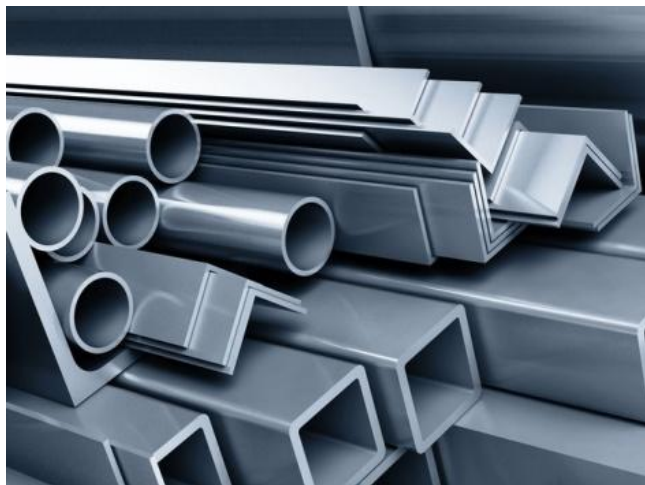
Бронза – сплав меди с оловом (до 10%), алюминием, марганцем, свинцом.

Силумины – сплав алюминия с кремнием (до 14%).

Дюралюминий – сложный сплав алюминия с медью (до 5,5%), кремнием (<0,8%), марганцем (<0,8%), магнием (<0,08%).

13.6. Сортамент прокатного металла и металлических изделий.

Прокатыванием металла под давлением между валками получают сортовую сталь, прокатную сталь, листовую, трубы и т.д. (блужс, квадратный, круглый профиль, швеллер, уголок, тавр, двутавр и т.д.).



13.7. Виды обработки стали.

Термическая обработка.

- А). **Обжиг** – выполняется для уменьшения твердости, повышения пластичности и вязкости путем нагревания стали до температуры более высокой, чем верхние критические точки на , выдержка при данной температуре с последующим очень быстрым охлаждением.
- Б). **Нормализация** – выполняется для увеличения твердости и прочности, но уменьшении пластичности и основан на нагревании стали, недолгой выдержке при этой температуре и последующем охлаждении на воздухе.
- В). **Закаливание** – основано на нагревании стали, выдержке ее и последующем быстром охлаждении. Выполняют для повышения прочности и твердости.
- Г). **Отпуск** – это термическая обработка, при котором закаленную сталь нагревают, выдерживают, а потом охлаждают. Выполняют для снижения прочности и хрупкости, повышения пластичности.

Химико-термическая обработка.

Состоит в смене химического состава стали на поверхности изделия и последующем проведении термообработки. Различают:

- А). **Цементация** – поверхностное насыщение малоуглеродистой стали с последующим закаливанием и отпуском с целью получения детали с твердой поверхностью и вязкой сердцевиной.
- Б). **Азотирование** стали – процесс поверхностного насыщения стали азотом. Азотирование повышает поверхностную твердость в 1,5÷2 раза по сравнению с цементацией, повышает коррозионную стойкость.
- В). **Цианирование** – одновременное насыщение поверхности стального изделия азотом и углеродом. Повышает твердость, прочность, износостойкость.
- Г). **Диффузионная металлизация** – процесс поверхностного насыщения стали алюминием (алюминирование) и др. Повышает жесткость, износостойкость, коррозионную стойкость.

13.8. Коррозия и способы защиты от нее.

Коррозия – химическое или электрохимическое разрушение металлов под действием окружающей среды. Каждый год от коррозии теряется около 10% произведенных металлов.

Для защиты металлов от коррозии применяют различные методы:

- **гальванический метод** – электролитическое осаждение солей металлов;
- **металлизация** – покрытие поверхности детали расплавленным металлом, распылением, сжатым воздухом;
- **оксидирование** – защита оксидными пленками путем обработки сильными окислителями (азотная, марганцевая, хромовая кислоты);
- **лакокрасочное покрытие** – механическая защита металла пленкой различных лаков и красок.

К коррозии металла



Конструкции из металла

