

Металлические материалы и изделия

Положительные свойства металлов

- ❑ высокая прочность
- ❑ пластичность
- ❑ высокая тепло- и электропроводность
- ❑ хорошие литейные свойства
- ❑ способность работать при низких и высоких температурах
- ❑ свариваемость

Недостатки

- ❑ большинство из них имеют высокую плотность
- ❑ сильно корродируют под действием различных газов и влаги.

Классификация металлов

- ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ - это сплавы железа с углеродом

К ним относятся:



сталь
содержащая углерода до 2 %,



чугун
содержащий углерода от 2% до 6,67%



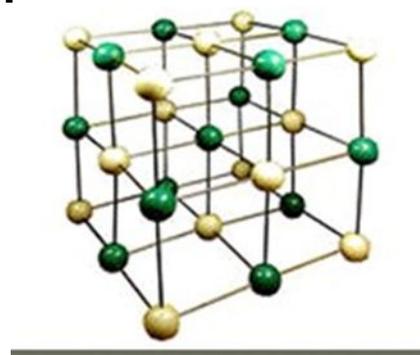
<http://m-pojp.tiu.ru/>

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ:

- - легкие (на основе алюминия)
- - тяжелые (медь, латунь, олово)
- - редкие (вольфрам, бронза, титан)
- - благородные (платина, серебро, золото)

Строение металлов

- Все металлы имеют кристаллическое строение.
- Физико-механические свойства чистых металлов определяются природой атомов, образующих их кристаллическую решетку, и структурой самого металла



Свойства металлов

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА:

- цвет,
- плотность,
- температура плавления,
- электро- и теплопроводность,
- коэффициент температурного расширения

- Цвет большинства металлов имеют серебристо-белый, серебристо-серый с характерным металлическим блеском.
- Плотность большинства тяжелых металлов превышает 7000 кг/м^3 , а плотность легких составляет не более 3000 кг/м^3 .
- Температура плавления металлов строго определенная, однако меняется при добавке к нему других металлов.
- Все металлы хорошо проводят тепло и электричество.
- При нагревании металлы увеличиваются в размерах, что характеризуется коэффициентами объемного и линейного расширения

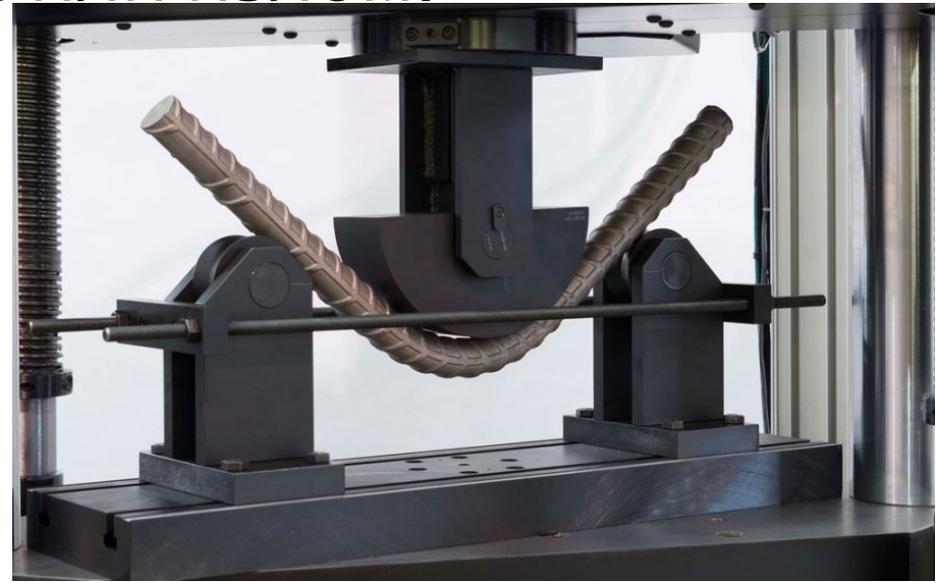
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- прочность,
- твердость,
- ударная вязкость,
- ползучесть.



- ПРОЧНОСТЬ - способность металла сопротивляться возникающим внутренним напряжениям под действием внешних сил, вызывающих растяжение, сжатие, изгиб, кручение.
- Для большинства металлов универсальным испытанием на прочность является растяжение, но для серого чугуна - на сжатие и изгиб.

- Испытание на изгиб проводится для листового металла толщиной не более 30 мм. При этом на поверхности изгибаемого образца не должны появляться трещины, надрывы, расслоение или излом.



- Испытанием на удар определяют хрупкость металла или его способность работать в условиях динамических нагрузок. Чем пластичнее металл, тем лучше он переносит ударные нагрузки

- УСТАЛОСТЬ определяется у металлов, работающих в условиях повторно-переменных растягивающих, изгибающих, крутящих, ударных и других нагрузок



- ПОЛЗУЧЕСТЬ металлов - это процесс увеличения деформации во времени при постоянном напряжении



- ТВЕРДОСТЬ металла определяется противодействием вдавливанию в его поверхность твердого стального шарика (метод Бринелля, HB), алмазного конуса (метод Роквелла, HR), алмазной призмы (метод Виккерса, HV).
- Чем выше твердость, тем меньше будет величина отпечатка на поверхности металла.
- Числа твердости (HB, HR, HV) вычисляются по эмпирическим формулам, которые приводятся в справочной литературе

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- -пластичность, определяющая ковку, прокатку, волочение;
- -резанье и сварка, определяющие способность металла подвергаться сварке и резанью;
- -способность подвергаться термической и химико-термической обработке с целью улучшения механических свойств металлических изделий

ЧУГУНЫ

Производство чугуна - первичный процесс получения черных металлов из природного сырья.

Сырье для производства чугуна:

- железные руды,
- флюсы и
- кокс.

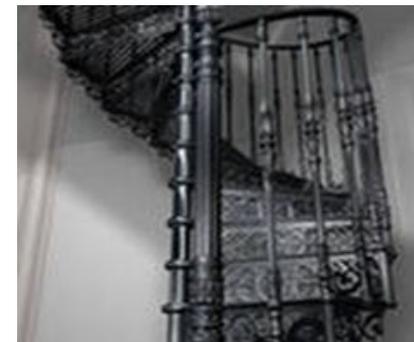
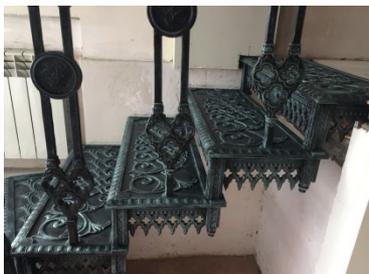
Наиболее часто используемые железные руды:

- магнитный железняк (Fe_3O_4),
- красный железняк (Fe_2O_3),
- бурый железняк ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$),
- шпатовый железняк (FeCO_3),

- Флюсы - известняк CaCO_3 или доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$.
- Кокс в доменном процессе выполняет роль топлива и восстановителя железа. При его горении выделяется большое количество тепла
- Продукты доменного производства: чугун, огненно-жидкие шлаки и доменный газ

- ДОМЕННЫЙ ГАЗ - топливо для нужд металлургической промышленности.
- ДОМЕННЫЕ ШЛАКИ - ценное сырье в промышленности строительных материалов; их используют для производства шлаковой ваты, шлаковой пемзы, шлако-портландцемента, заполнителей для легких бетонов, шлакосталлов и т.п

Изделия из чугуна



Маркировка чугуна

- Ч – легированный чугун со специальными свойствами,
- ВЧ – чугун с графитом шаровидным для отливок (цифры после символов «ВЧ» говорят о временном сопротивлении разрыву в кгс/мм),
- АЧК – чугун антифрикционный ковкий,
- АЧВ – чугун антифрикционный высокопрочный,
- АЧ – чугун антифрикционный,

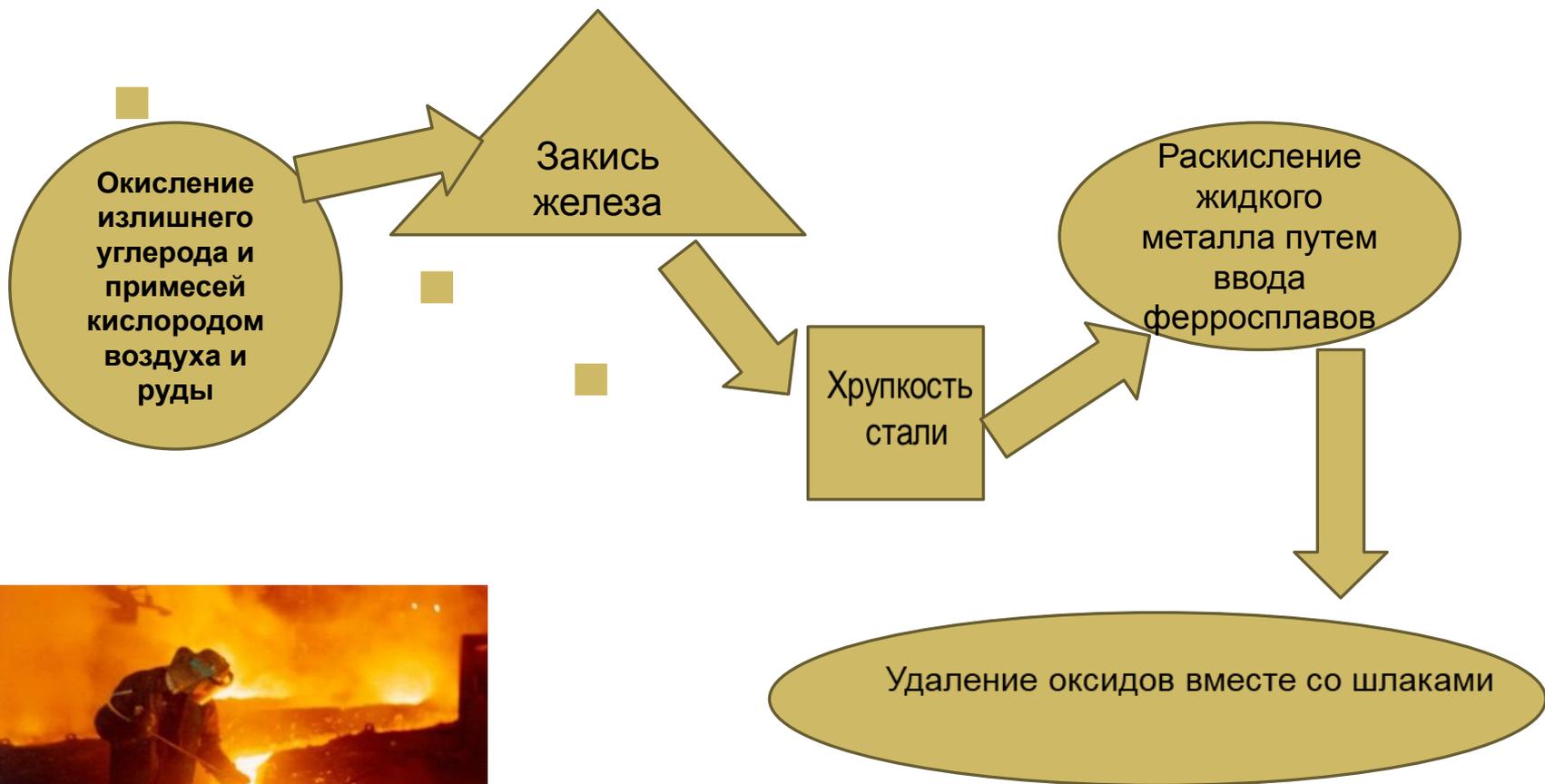
- СЧ – чугун с графитом пластинчатым (цифры после символов «СЧ» говорят о величине временного сопротивления разрыву),
- ПВК₃, ПВК₂, ПВК₁ – чугун предельный высококачественный,
- ПФ₃, ПФ₂, ПФ₁ – чугун предельный фосфористый,
- ПЛ₁, ПЛ₂ – чугун предельный для отливок,
- П₂, П₁ – чугун предельный

СТАЛЬ

- Сталь получают из предельного чугуна, содержащего до 4 % углерода, 1% марганца, до 1,3 % кремния, десятые доли процента серы и фосфора.



- Сущность процесса сталеварения заключается в окислении излишнего содержания углерода и примесей, содержащихся в чугунах, кислородом воздуха и кислородом руды. Этому процессу способствует образующаяся в начале плавки закись железа. Так как излишнее содержание закиси железа вызывает хрупкость стали, производят раскисление жидкого металла путем ввода ферросплавов. Образовавшиеся оксиды удаляются вместе со шлаком.



В зависимости от степени раскисления различают **спокойную, полуспокойную и кипящую сталь.**

- -Спокойная сталь (сп), в которой нет закиси железа, наиболее качественная и дорогая.
- -Кипящая сталь (кп), в которой процесс раскисления прошел не до конца, и в ней имеются пузырьки газа СО. Она дешевле спокойной стали, но качество ее ниже, сваривается и обрабатывается, но при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ она становится хрупкой.
- -Полуспокойная сталь (пс) по своим свойствам занимает промежуточное положение между двумя первыми.

Способы производства стали



Способы производства стали

- конверторный,
- мартеновский ,
- электроплавильный

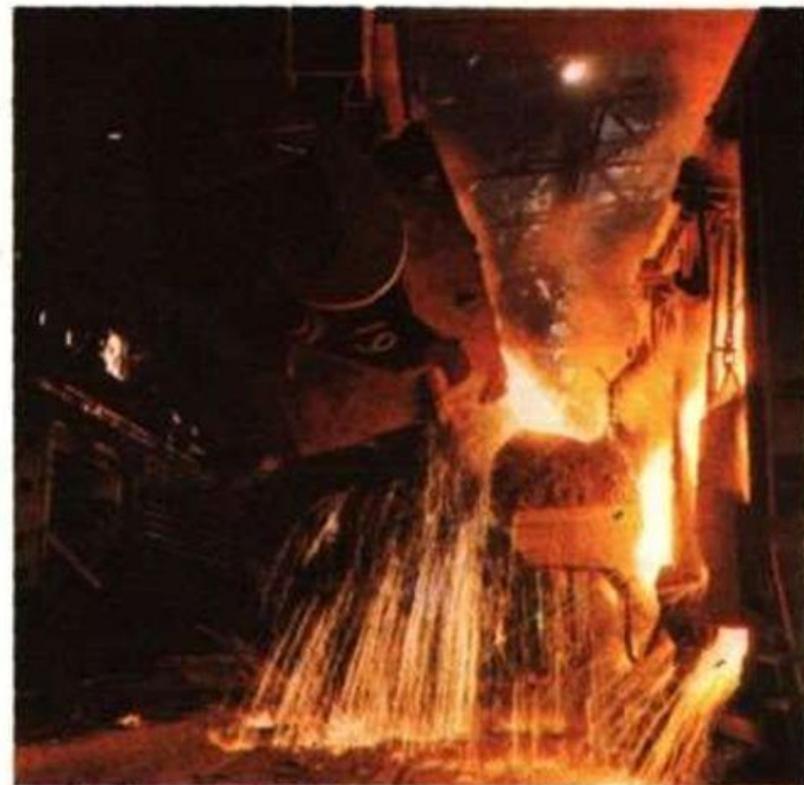
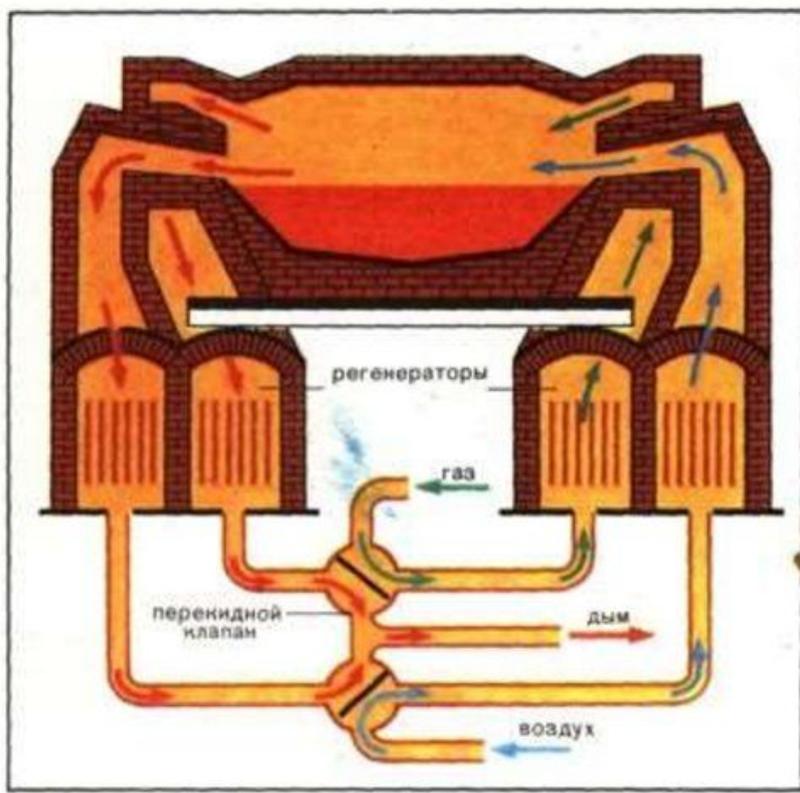
кислородно-конвертерный процесс



В конвертер заливается жидкий чугун, который снизу продувается кислородом. В процессе происходит окисление примесей чугуна из-за чего и происходит его превращение в сталь. Температура в камере обычно поддерживается в диапазоне 1 600 градусов.

- Процесс конверторной варки стали очень экономичен, так как не требует дополнительного подвода тепла (необходимая для нагрева стали теплота выделяется в результате химических реакций окисления углерода и примесей чугуна), а время варки составляет 20...30 мин, однако невозможно получить сталь точного химического состава

Производство стали в мартеновских печах



- Варка в мартеновских печах продолжается 4...8 часов при использовании топлива с систематическим отбором проб стали на химический анализ.
- Мартеновские стали получают точного химического состава, качество их выше конверторных

Электротермический способ



- Наиболее совершенным способом производства стали является электроплавильный способ.
- В электрических печах получают высококачественные и легированные стали. Однако производство это достаточно дорогое.



Влияние нормальных примесей на механические свойства стали

В состав сталей в силу условий их получения всегда входят так называемые *нормальные примеси - Si, Mn, S, P, O₂*.

Содержание кремния до 0,35 % и марганца до 0,9 % на прочность стали не влияет.

Фосфор - вредная примесь, допустимое содержание его не более 0,055 %, при большем содержании уменьшает пластичность и увеличивает хрупкость металла.

Сера - вредная примесь, допустимое содержание ее не более 0,055 %. При большем содержании сталь непригодна для прокатки,ковки, сварки.

Кислород - вредная примесь, в металле находится в виде закиси железа FeO. При содержании O₂ > 0,03 % происходит хладноломкость стали (резкое повышение хрупкости стали при отрицательных температурах), при содержании O₂ > 0,1 % - красноломкость.

Классификация сталей

*По химическому составу стали делятся на
углеродистые и
легированные.*

Углеродистые стали классифицируют:

- по степени раскисления на: кп, пс и сп ;
- по применению на: *конструкционные*, содержащие углерода $C < 0,65\%$,
инструментальные, содержащие углерода $C = 0,65...1,5\%$;
- по качеству на: *обыкновенного качества, качественные, высококачественные*;
- в зависимости от гарантируемых характеристик на:
 - группу А, поставляемую по механическим свойствам,
 - группу Б, поставляемую по химическому составу,
 - подгруппу В, поставляемую по механическим свойствам и химическому составу.

Стали каждой группы делятся на марки.

Марка стали - это класс стали по прочности, устанавливаемый по пределу текучести, пределу прочности и величине относительной деформации.

Сталь группы А имеет марки Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6, Ст7.

Сталь группы Б имеет те же марки, что и сталь группы А, но перед маркой ставится буква Б (БСт0, БСт1 и т.д.).

Сталь группы В имеет марки ВСт2, ВСт3, ВСт4 и ВСт5.

По мере увеличения номера стали повышается содержание углерода, а также прочность, твердость и износоустойчивость, но понижаются пластичность и ударная вязкость, ухудшается свариваемость.

Маркировка углеродистых сталей.

1) Углеродистая сталь обыкновенного качества.

В ее маркировке указаны способ выплавки, марка стали и степень раскисления.

Например: КСт3кп - конверторная сталь марки 3, кипящая,

МСт2пс - мартеновская сталь марки 2, спокойная.

2) Углеродистая конструкционная качественная сталь.

В ее маркировке указано среднее содержание углерода в сотых долях процента от 08 до 80 и степень раскисления.

Например: 08КП - кипящая сталь с содержанием углерода 0,08%,

10ПС - полуспокойная сталь с содержанием углерода 0,1%.

3) Углеродистая инструментальная качественная сталь.

В ее маркировке цифры обозначают среднее содержание углерода в десятых долях процента от 7 до 13.

Например: У7 - инструментальная качественная сталь с содержанием углерода 0,7 %.

4) Углеродистая инструментальная высококачественная сталь маркируются так же, только добавляется буква А.

Например: У7А, У8А и т.д.

В строительстве инструментальная сталь применяется с обязательной термической обработкой.

Применение углеродистых сталей

- изготовление несущих конструкций,
- армирование железобетона,
- устройства кровли,
- формы железобетонных изделий.



Правильный выбор марки стали обеспечивает экономичный расход металла и успешную работу конструкции.

Для изготовления несущих сварных и клепаных конструкций рекомендуются стали обыкновенного качества группы В следующих марок: ВМСт3кп, ВМСт3пс, ВМСт3сп и ВКСт3кп, ВКСт3пс, ВКСт3сп.



Для конструкций, не имеющих сварных соединений, и для сварных конструкций, воспринимающих лишь статические нагрузки, рекомендуются стали следующих марок: ВМСт4кп, ВМСт4пс, ВМСт4сп и ВМСт5кп, ВМСт5сп, ВМСт5пс и кислородно-конверторные стали тех же марок.

Для изготовления арматуры используются углеродистые стали марок Ст3 и Ст5 мартеновские и конверторные.

Для изготовления болтов и шурупов применяется ст4 и ст5.

Для изготовления осей, валов и других деталей машин применяется ст6.

Легированные стали

Легированные стали - это стали, в состав которых специально вводят один или несколько легирующих элементов для улучшения их физико-механических свойств.

Классификация легированных сталей.

По структуре легированные стали делятся на классы.

ПЕРЛИТНЫЙ КЛАСС - стали при охлаждении на воздухе приобретают структуру, близкую к равновесной. Это строительные и машиностроительные стали

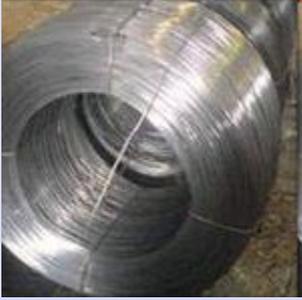
АУСТЕНИТНЫЙ КЛАСС - стали при охлаждении на воздухе приобретают аустенитную структуру. Это жаропрочные, жаростойкие, кислотоупорные и нержавеющие стали.

ФЕРРИТНЫЙ КЛАСС - стали сохраняют ферритную структуру при любой скорости охлаждения. Они не воспринимают закалку. Это жаропрочные, жаростойкие и специальные магнитные стали.

КАРБИДНЫЙ КЛАСС - стали сохраняют твердость и режущую способность при повышенных температурах.



По назначению легированные стали делятся на



- конструкционные (строительные и машиностроительные),
- инструментальные (изготовление режущего инструмента),
- стали с особыми физико-механическими свойствами.

По содержанию легирующих элементов стали делятся на



- низколегированные (легирующих элементов до 2,5%),
- среднелегированные (легирующих элементов 2,5...10%),
- высоколегированные (легирующих элементов более 10%).

Применение легированных сталей.

НИЗКОЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ

Для сварных и клепаных несущих конструкций .

Для обычной арматурной проволоки.

Для предварительно напряженной арматуры .

ЖАРОСТОЙКИЕ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ

длительное время выдерживают действие высоких температур без образования на них окалины.

Однако они не должны испытывать при этом механических нагрузок.

ЖАРОПРОЧНЫЕ СТАЛИ

имеют высокую окалиностойкость и сохраняют, свои механические свойства при высоких температурах. Это обычно высоколегированные хромо-никелевые стали.



Цветные металлы и сплавы

АЛЮМИНИЙ - В строительстве широко применяются сплавы алюминия с легирующими добавками: прокатка профилей, листов, трехслойные навесные панели с заполнением пенопластом. Вводя газообразователь, получают высокоэффективный материал пеноалюминий.

СИЛУМИНЫ - сплавы алюминия с кремнием, обладающие высокой прочностью, характеризуются высокими литьевыми качествами.

ДЮРАЛЮМИНЫ - сложные сплавы алюминия с медью, кремнием, марганцем, магнием и др. применяют для конструкций большепролетных сооружений, в сборно-разборных конструкциях, в сейсмическом строительстве, в конструкциях, работающих в агрессивных средах. Используется он в виде проката - уголков, швеллеров, двутавров, труб круглого и прямоугольного сечения.

ТИТАН обладает высокой коррозионной стойкостью. На его основе создаются легкие и прочные конструкции, способные работать при повышенных температурах.

МЕДЬ - металл красноватого цвета, отличающийся высокой теплопроводностью и стойкостью против атмосферной коррозии.

Латунь - сплав меди и цинка, бронза - сплав меди и олова. Оба эти сплава прочны, их широко применяют для изготовления кранов и вентиляей.

Баббиты - сплавы меди, свинца и олова, применяются для изготовления подшипников.

ЦИНК - применяется для кровельных покрытий, карнизов, водосточных труб.

СВИНЕЦ - применяется для особых видов изоляции, для футеровки химических аппаратов.

ЗАДАНИЕ

1. Выполнить конспект лекции
2. Ответить на вопросы:
 - ▣ Какие строительные конструкции изготавливают из стали (с примерами)
 - ▣ Какие строительные элементы изготавливают из чугуна?