Строительные материалы 1
тема: **Металлические материалы**

ПЛАН ЛЕКЦИИ

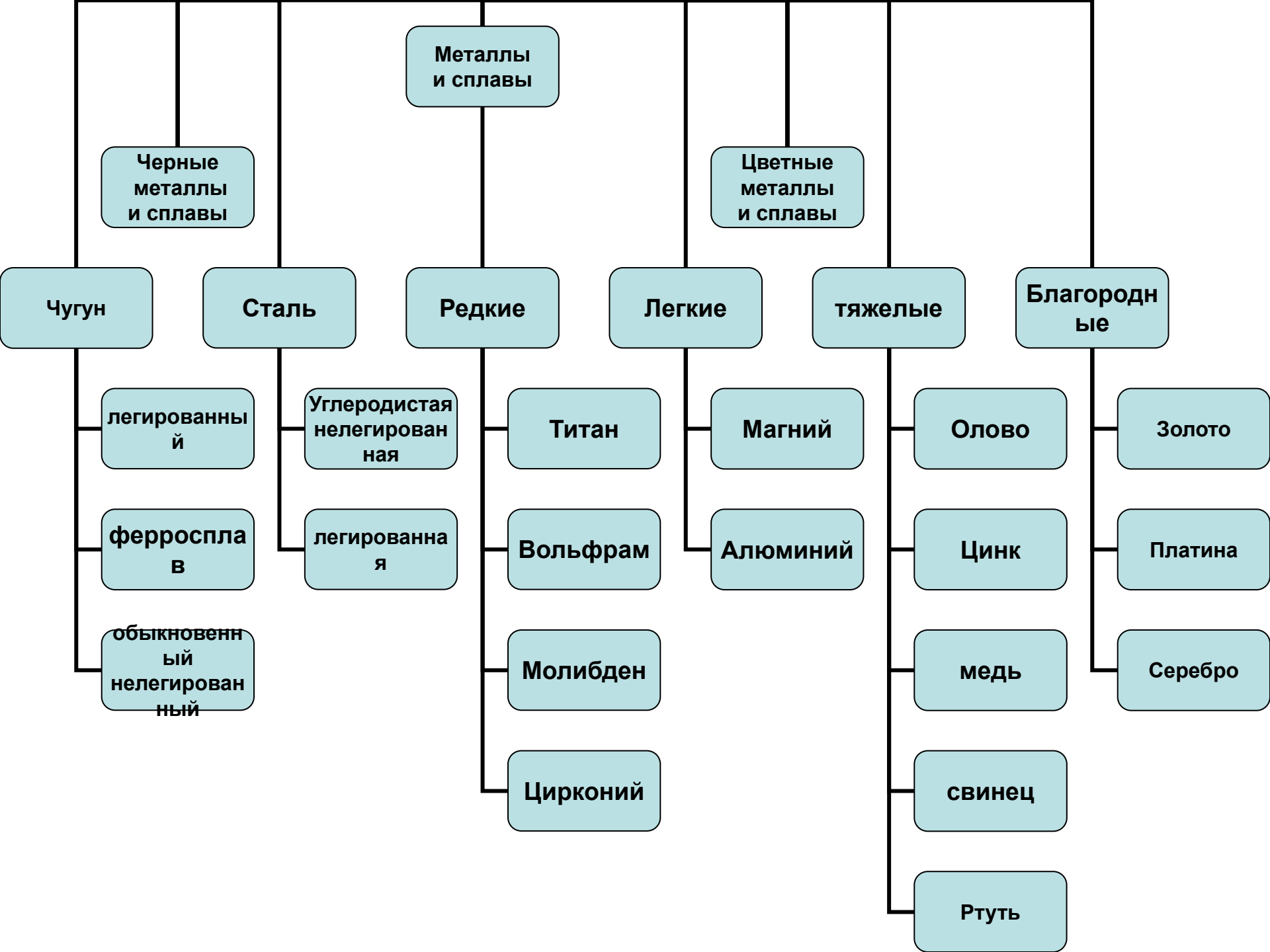
- 1. Общие сведения о черных, цветных металлов
- 2. Механические свойства металлов
- 3. Влияние углерода на свойства стали
- 4. Структура и свойства стали
- 5. Классификация чугуна и область применения.
- 6. Цветные металлы и их применение в строительстве.

Металлы - кристаллические вещества, характеризующиеся высокими электро - и теплопроводностью, ковкостью, способностью хорошо отражать электромагнитные волны и другими специфическими свойствами. Свойства металлов обусловлены их строением: в их кристаллической решетке есть не связанные с металлами электроны, которые могут свободно перемещаться. Обычно применяют не чистые металлы, а сплавы.

Сплавы - это системы, состоящие из нескольких металлов или металлов и неметаллов. Сплавы обладают всеми характерными свойствами металлов.

Классификация

- В строительстве обычно применяют не чистые металлы, а сплавы. Наибольшее распространение получили сплавы на основе черных металлов (~94%) и незначительное – сплавы цветных металлов (см. на рисунке выше)


Металлы и сплавы
Черные металлы и сплавы
Цветные металлы и сплавы
Чугун
Сталь
Редкие
Легкие
тяжелые
Благородные
легированный
ферросплав
обыкновенный нелегированный
Углеродистая нелегированная
легированная
Титан
Вольфрам
Молибден
Цирконий
Магний
Алюминий
Олово
Цинк
медь
свинец
Ртуть
Золото
Платина
Серебро

Механические свойства металлов

- **Механические свойства** устанавливают по результатам статических, динамических и усталостных (на выносливость) испытаний.

- **Статические испытания** характеризуются медленным и плавным приложением нагрузки. Основными из них являются: испытания на растяжение, твердость и вязкость разрушения.

- Для испытания на **растяжение** используют стандартные образцы с расчетной длиной и площадью поперечного сечения образца сортового проката круглого, квадратного или прямоугольного сечения. Испытания проводят на разрывных машинах с автоматической записью диаграммы растяжения

- **Предел упругости** определяют напряжением, при котором остаточная деформация удлинения не превышает 0,05%. Предел текучести характеризуется условным пределом текучести, при котором остаточная деформация не превышает 0,2%. Физический предел текучести, соответствует напряжению, при котором образец деформируется без дальнейшего увеличения нагрузки.

Механические свойства металлов

- Испытание металлов на **вязкость разрушения** проводят на стандартных образцах с надрезом при трехточечном изгибе. Метод позволяет оценить сопротивление металла распространению, а не зарождению трещины или трещиноподобного дефекта любого происхождения, всегда имеющегося в металле.

- **Динамические испытания** металлов проводят на ударный изгиб и знакопеременное циклическое нагружение. Ударная вязкость характеризует сопротивление металла хрупкому разрушению и используется для определения порога хладноломкости.

- Сопротивление металла циклическому нагружению характеризуется максимальным напряжением, которое может выдержать металл без разрушения за заданное число циклов и называется **пределом выносливости.** Применяют симметричные и несимметричные циклы нагружения.

Диаграммы растяжения металла

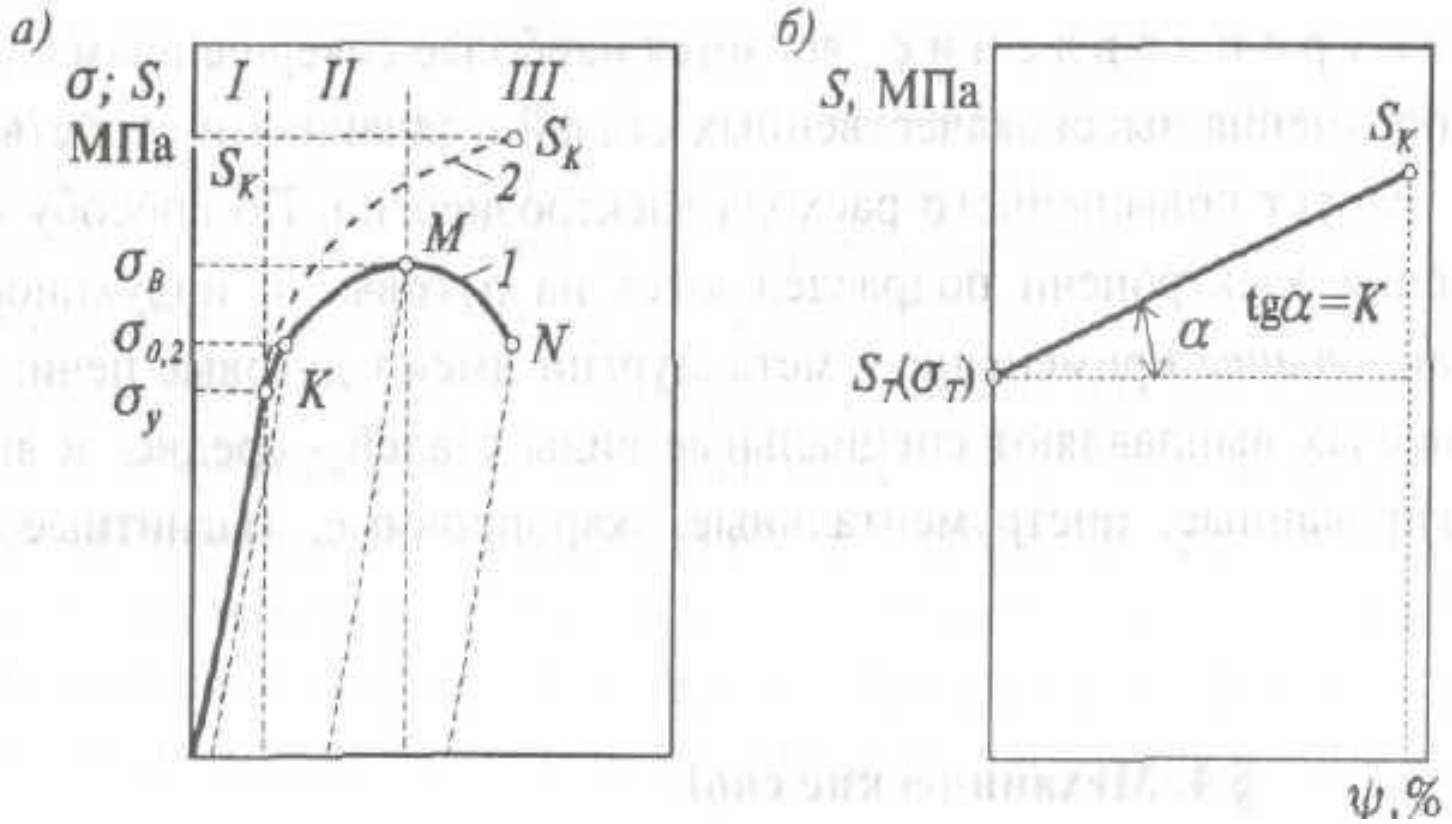


Рис. 1 Диаграммы растяжения металла:
а) для условных (сплошные линии) и истинных (штриховые линии) напряжений; / - область упругой деформации; // - то же пластической; /// - область развития трещин; *б)* условно истинных напряжений

Сталь углеродистая обыкновенного качества.

- Решающее влияние на механические свойства в углеродистых сталях оказывает содержание углерода. При увеличении содержания углерода повышаются прочность, твердость и износоустойчивость, но понижаются пластичность и ударная вязкость, а также ухудшается свариваемость.

- **Чугун** получают в ходе доменного процесса, основанного на восстановлении железа из его природных оксидов, содержащихся в железных рудах, коксом при высоких температурах. Кокс, сгорая, образует углекислый газ. При прохождении через раскаленный кокс он превращается в оксид углерода, который и восстанавливает железо в верхней части печи по обобщенной схеме:

$$Fe_2O_3 \text{—»} Fe_3O_4 \text{—»} FeO \text{—»} Fe$$

Опускаясь в нижнюю горячую часть печи, железо плавится в соприкосновении с коксом и частично растворяя его превращается в чугун. В готовом чугуне содержится около 93% железа, до 5% углерода.

- **Сталь** получают из чугуна путем удаления из него части углерода и примесей. Существуют три основных способа производства стали: конвертерный, мартеновский и электроплавильный.

Конвертерный основан на продувке расплавленного чугуна в больших грушевидных сосудах-конвертерах сжатым воздухом. Кислород воздуха окисляет примеси, переводя их в шлак; углерод выгорает. *Мартеновский* способ осуществляется в специальных печах, в которых чугун сплавляется вместе с железной рудой и металлоломом (скрапом). *Электроплавление* является наиболее совершенным способом получения высококачественных сталей с заданными свойствами, но требует повышенного расхода электроэнергии

Виды термической обработки стали

- отжиг
- нормализация
- закалка
- отпуск

Способы закалки

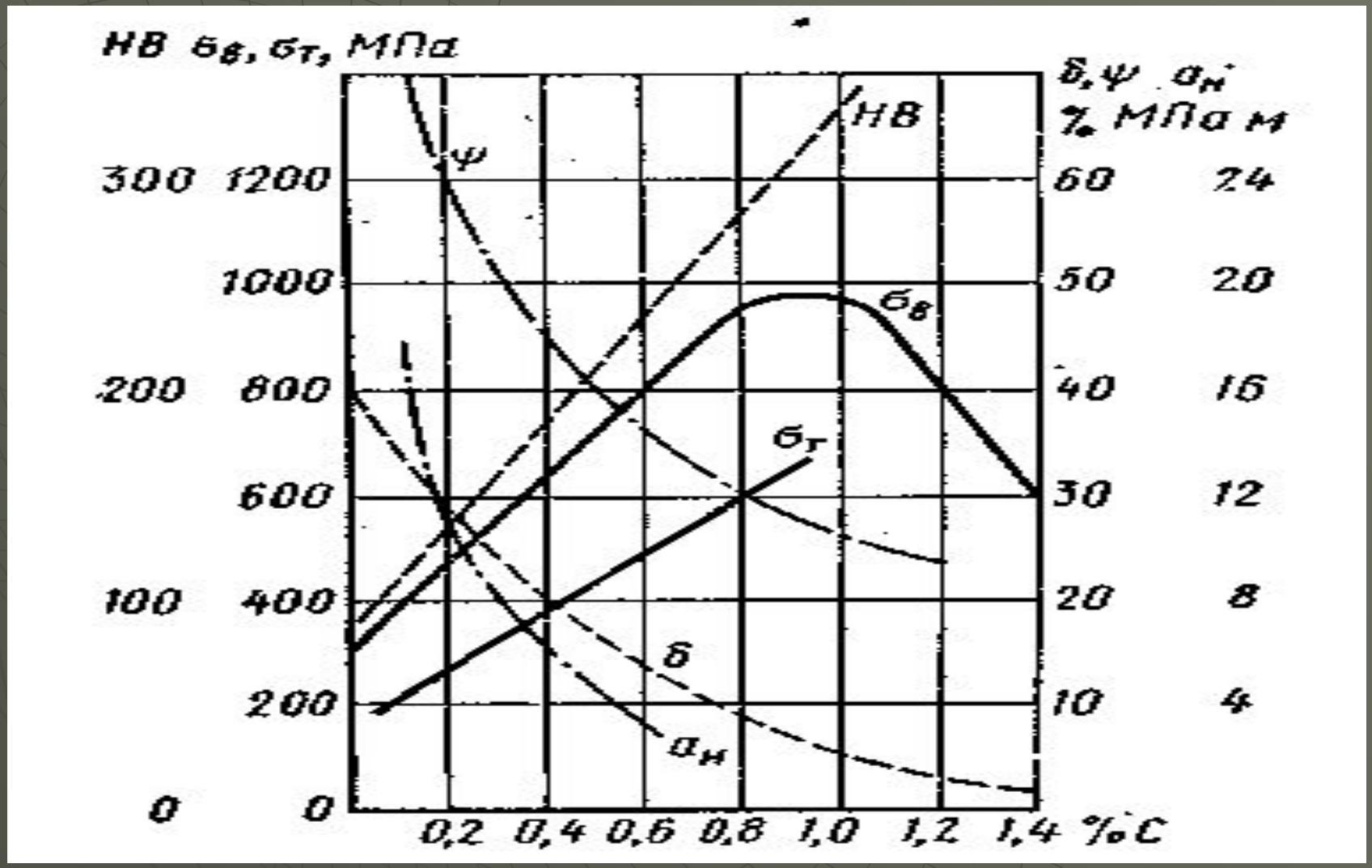
- непрерывный
- прерывистый
- ступенчатый

Чугун как указывалось выше, сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14% С. называют чугуном. Углерод в чугуне может находиться в виде цементита и графита, либо в обоих видах одновременно. Цементит придает излому светлый цвет и характерный блеск; графит - серый цвет без блеска. Поэтому чугун, в котором весь углерод находится в виде цементита, называют б е л ы м, а в виде цементита и свободного графита - с е р ы м. В зависимости от формы графита и условий его образования различают: серый, высокопрочный с шаровидным графитом и ковкий чугун. На фазовый состав и свойства чугуна решающее влияние оказывают содержание в нем углерода, кремния и других примесей, а также режим охлаждения и отжига.

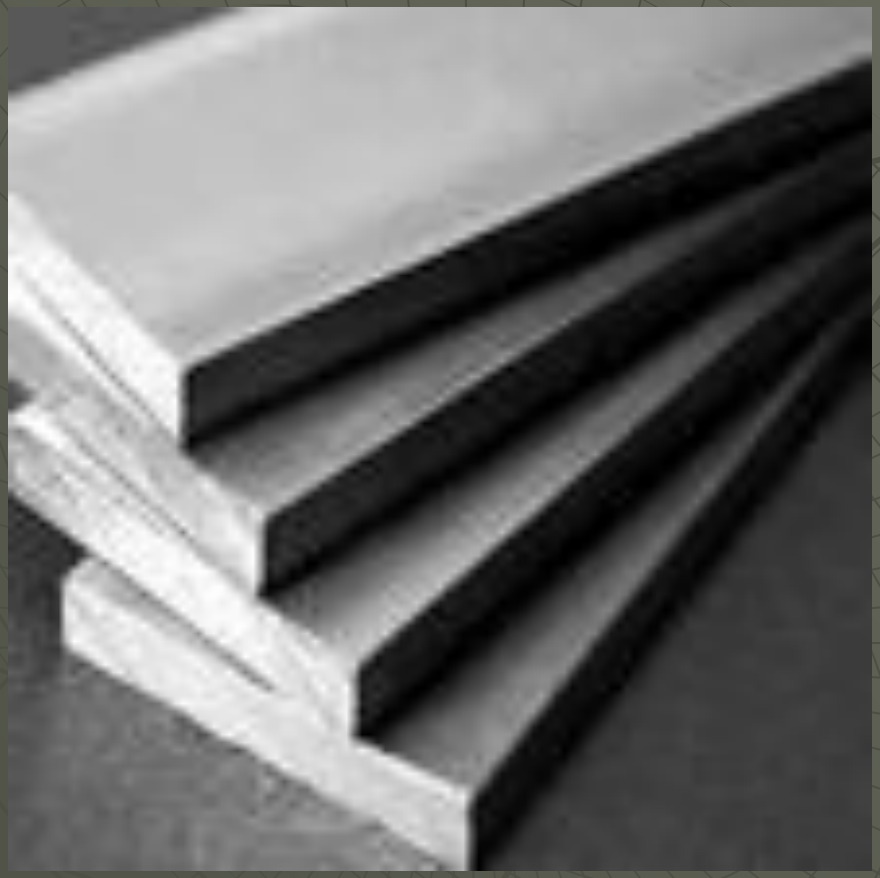
Белый чугун имеет высокую твердость и прочность (НВ 4000-5000 МПа), плохо обрабатывается резанием, хрупок. Отбелен н ы й имеет в поверхностном слое структуру белого, а в сердцевине - серого чугуна, что придает изделиям из него повышенную износостойкость и выносливость. Примерный состав белого чугуна: С = 2,8-3,6%; Si = 0,5-0,8%; Мп = 0,4-0,6%.

Серый чугун представляет сплав Fe-Si-C, с неизбежными примесями Мп, Р и S. Лучшими свойствами обладают чугуны, содержащие 2,4-3,8%С, часть которого, до 0,7% находится в виде цементита. Кремний способствует графитизации чугуна, марганец, наоборот, препятствует ей, но повышает склонность чугуна к отбеливанию. Сера является вредной примесью, ухудшающей механические и литейные свойства чугуна. Содержание ее ограничивают 0,1-0,12%. Фосфор в количестве 0,2-0,5% не влияет на графитизацию, увеличивает жидкотекучесть, но повышает хрупкость чугуна.

Влияние углерода на механические свойства отожженных сталей.

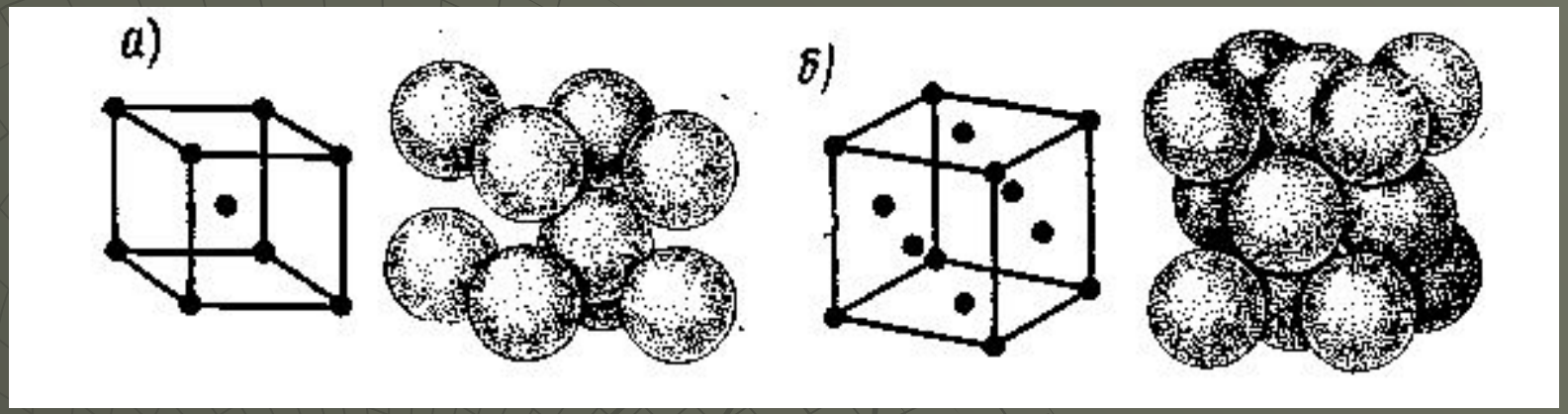


Сталь легированная.



- При введении в углеродистые стали специальных легирующих добавок (Cr, Mn, Ni, Si, W, Mo, Ti, Co, V и др.) достигается значительное улучшение их физико-механических свойств (например, повышение предела текучести без снижения пластичности и ударной вязкости и т. д.).

СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ



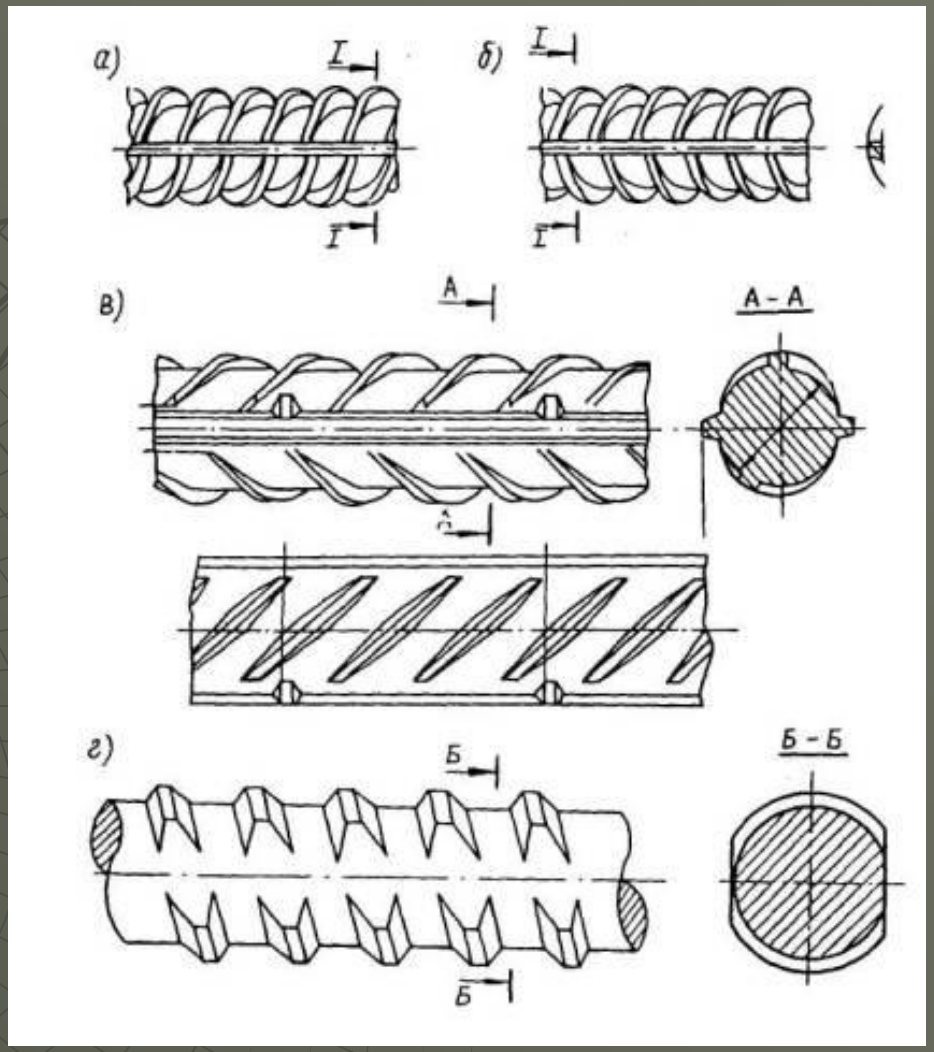
- Металлы представляют собой кристаллические тела с закономерным расположением атомов в узлах пространственной решетки.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.

Сталь.

- В строительстве сталь используют для изготовления конструкций, армирования железобетонных конструкций, устройства кровли, подмостей, ограждений, форм железобетонных изделий и т.д. Правильный выбор марки стали обеспечивает экономный расход стали и успешную работу конструкции.

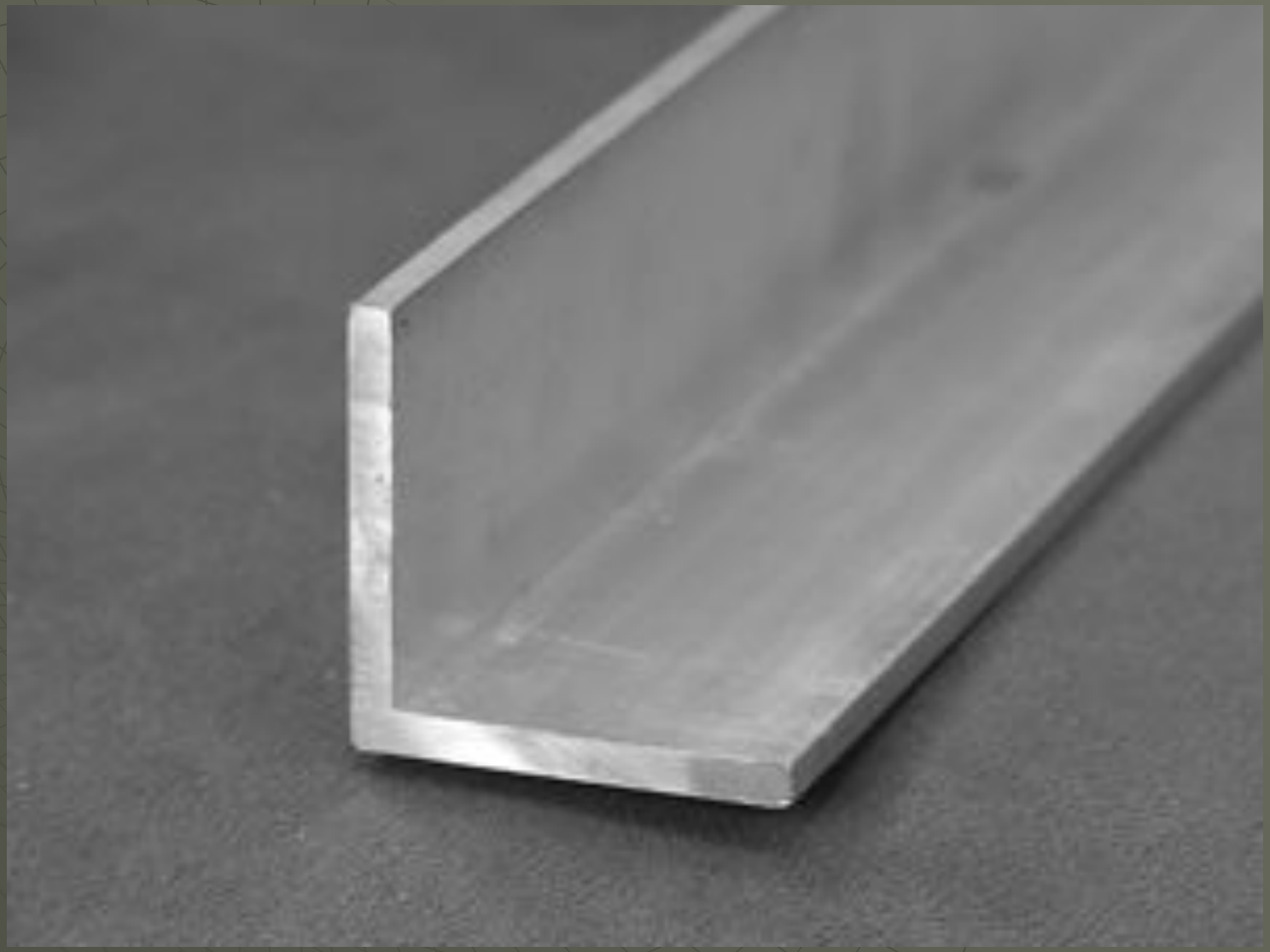
Стержневая арматура



Сталь листовая

Сортовая сталь

Уголковые профили



Швеллеры

Двутавры

Чугуны.

- Чугунами называют железоуглеродистые сплавы, содержащие более 2 %. углерода. Чугун обладает более низкими механическими свойствами, чем сталь, но дешевле и хорошо отливается в изделия сложной формы. Различают несколько видов чугуна.

Белый чугун **Серый чугун**

Цветные металлы и сплавы.

- Сплавы цветных металлов применяют для изготовления деталей, работающих в условиях агрессивной среды, подвергающихся трению, требующих большой теплопроводности, электропроводности и уменьшенной массы.

ЛИТЕРАТУРА

- Технология металлов и сварка. Под ред. П.И. Полухина. М. Высшая школа. 1977.
- Строительные материалы. А.Г. Домокеев. М. Высшая школа. 1989
- Большая советская энциклопедия. Под ред. А.М. Прохорова. М. изд. «Советская энциклопедия». 1974.

Цветные металлы

Из цветных металлов наибольшее применение в строительстве имеет алюминий, обладающий высокой удельной прочностью, пластичностью, коррозионной стойкостью и экономической эффективностью. Серебро, золото, медь, цинк, титан, магний, олово, свинец и другие используются главным образом как легирующие добавки и компоненты сплавов и имеют поэтому специальное и ограниченное применение в строительстве

Алюминий

металл серебристо-белого цвета, плотностью 2700 кг/м3 и температурой плавления 658°С. Кристаллическая решетка
прочности достигается легированием Mg, Mn, Cu, Si, Al, Zn, а также пластическим деформированием (нагартовкой), закалкой и старением. Все сплавы алюминия делятся на деформируемые и литейные.
Деформируемые сплавы в свою очередь подразделяются на *термически упрочняемые* и *неупрочняемые.* К термически упрочняемым относятся сплавы Al-Mg-Si, Al-Cu-Mg, Al-Zn-Mg; термически неупрочняемым - технический алюминий и двухкомпонентные сплавы А1-Мп и Al-Mg (магналии).

Медь

основная легирующая добавка сплавов - дуралюминов, повышает прочность, но снижает пластичность и антикоррозионные свойства алюминия. Марганец и магний повышают прочность и антикоррозионные свойства; кремний - жидкотекучесть и легкоплавкость, но ухудшает пластичность. Цинк, особенно с магнием, увеличивает прочность, но уменьшает стойкость к коррозии под напряжением. Для улучшения свойств алюминиевых сплавов в них вводят небольшое количество хрома, ванадия, титана, циркония и других элементов.

Список литературы

Основная литература:

1. Микульский В.Г. Строительные материалы (материаловедение и технология), М.: ИАСВ, 2004 (154-190 с.)
2. Скобников К.М, Глазов Г.А., Петраш Л.В и др. Технология металлов и других конструкционных материалов, Машиностроение (75-80 с.)

Дополнительная литература:

1. Горчаков Г.И. Баженов Ю.М. Строительные материалы: - М.: Стройиздат,1986 (120-135 с.)
2. Рыбьев И.Г. Строительное материаловедение – М.: Высш..шк. 2002. (100-127 с.)
3. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. – М.: Металлургия, 1984 (95-101 с.)