


**Строительные материалы 1**  
**тема: Металлические**  
**материалы**



# ПЛАН ЛЕКЦИИ

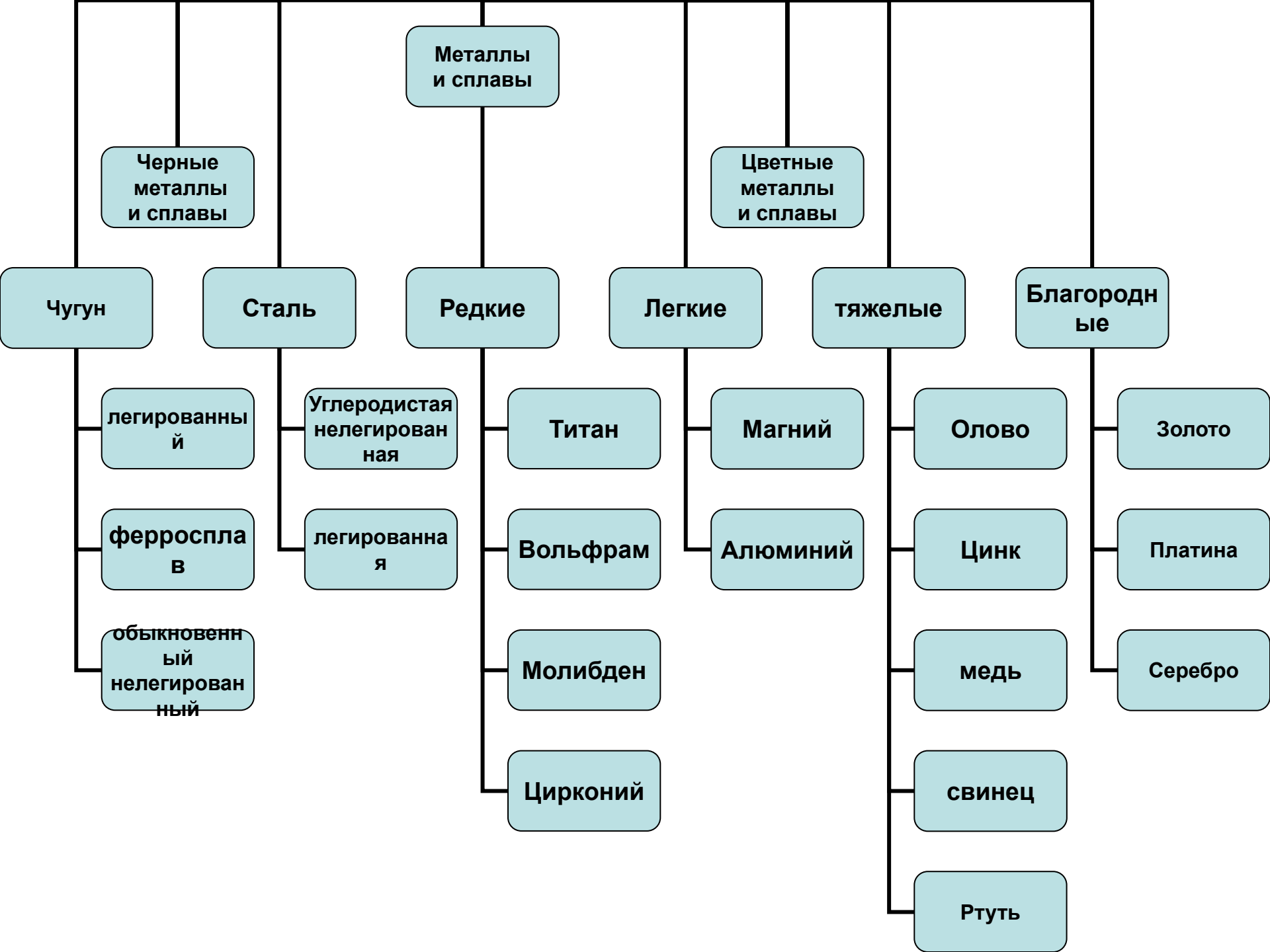
- 1. Общие сведения о черных, цветных металлов
- 2. Механические свойства металлов
- 3. Влияние углерода на свойства стали
- 4. Структура и свойства стали
- 5. Классификация чугуна и область применения.
- 6. Цветные металлы и их применение в строительстве.

**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

Чугун

Сталь

легированный

ферросплав

обыкновенный  
нелегированный

Углеродистая  
нелегированная

легированная

Редкие

Титан

Вольфрам

Молибден

Цирконий

Легкие

Магний

Алюминий

Цветные  
металлы  
и сплавы

тяжелые

Олово

Цинк

медь

свинец

Ртуть

Благородные

Золото

Платина

Серебро

# Механические свойства металлов

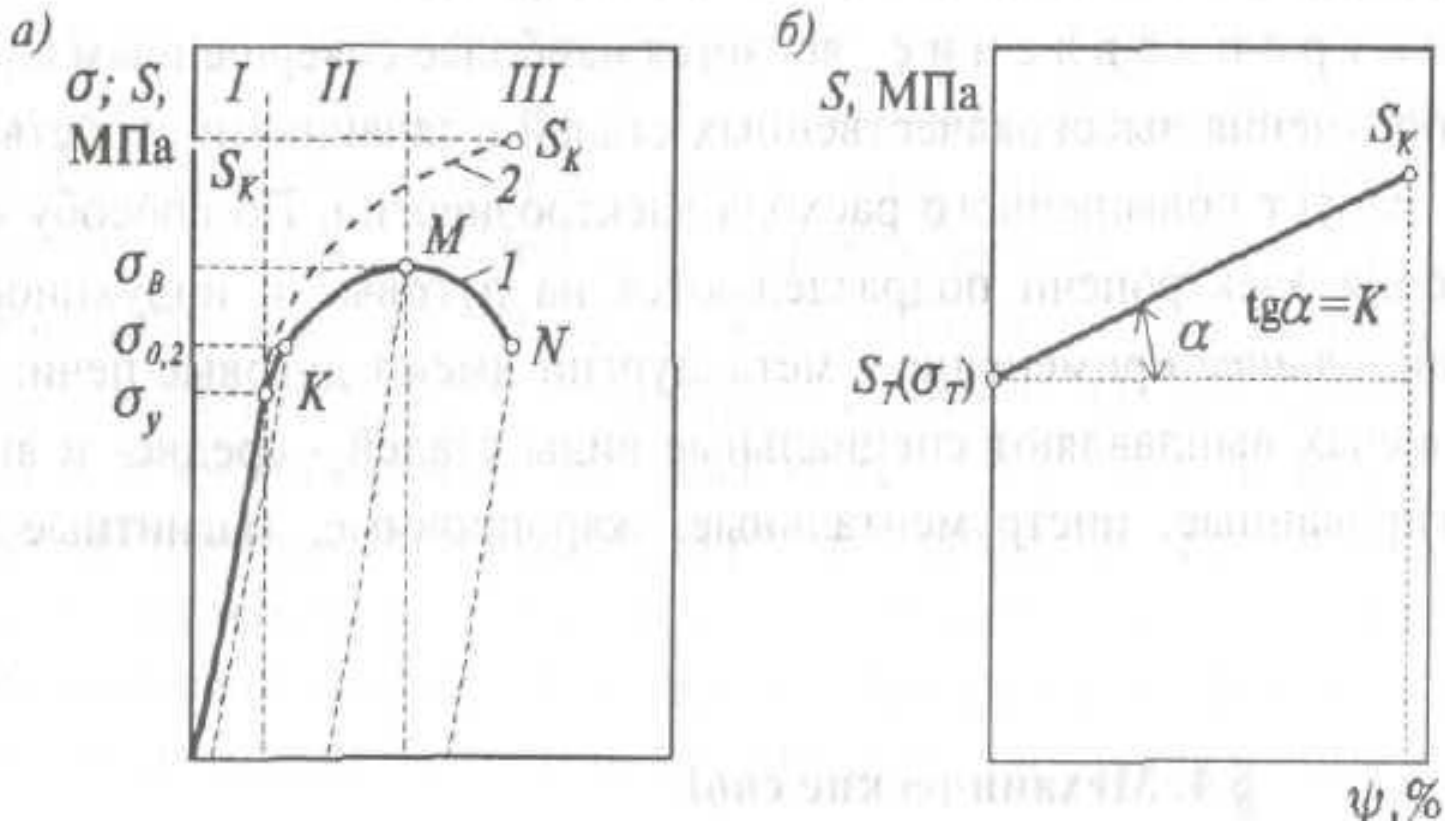
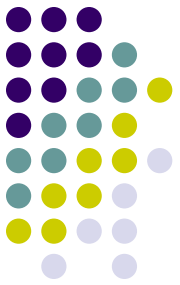
- ◆ **Механические свойства** устанавливают по результатам статических, динамических и усталостных (на выносливость) испытаний.
- ◆ **Статические испытания** характеризуются медленным и плавным приложением нагрузки. Основными из них являются: испытания на растяжение, твердость и вязкость разрушения.
- ◆ 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 износостойчивость, 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:



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). *Электроплавнение* является наиболее совершенным способом получения высококачественных сталей с заданными свойствами, но требует повышенного расхода электроэнергии

**Виды  
термической  
обработки  
стали**

**ОТЖИГ**

**нормализаци  
я**

**закалка**

**отпуск**

# Способы закалки

```
graph TD; A[Способы закалки] --- B[непрерывный]; A --- C[прерывистый]; A --- D[ступенчатый]
```

непрерывный

прерывистый

ступенчатый

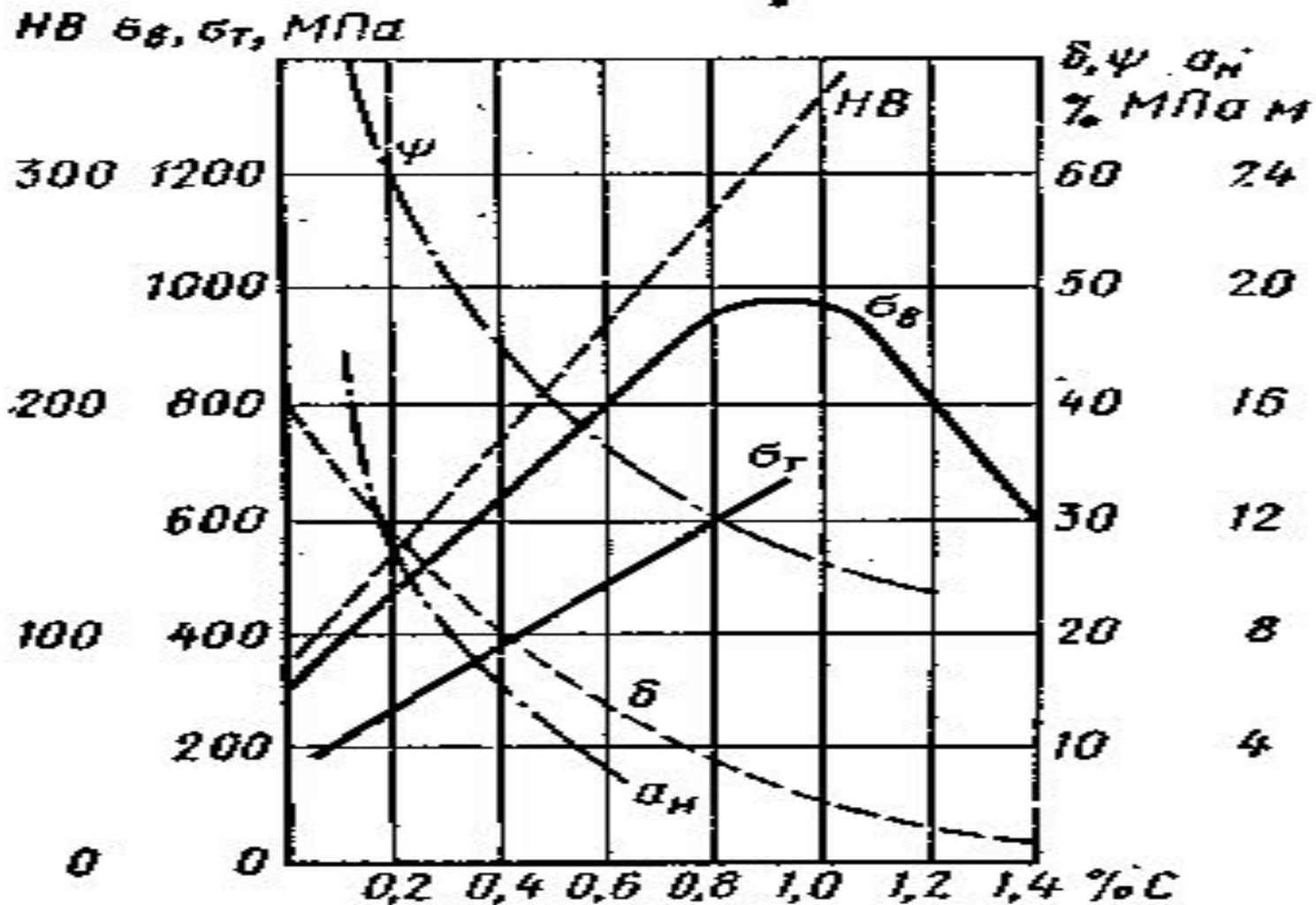
**Чугун** как указывалось выше, сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14% С. называют чугуном. Углерод в чугуне может находиться в виде цементита и графита, либо в обоих видах одновременно. Цементит придает излому светлый цвет и характерный блеск; графит - серый цвет без блеска. Поэтому чугун, в котором весь углерод находится в виде цементита, называют **белым**, а в виде цементита и свободного графита - **серым**. 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. **Отбеленный** 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%; Mn = 0,4-0,6%.

**Серый чугун** представляет сплав Fe-Si-C, с неизбежными примесями Mn, P 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.



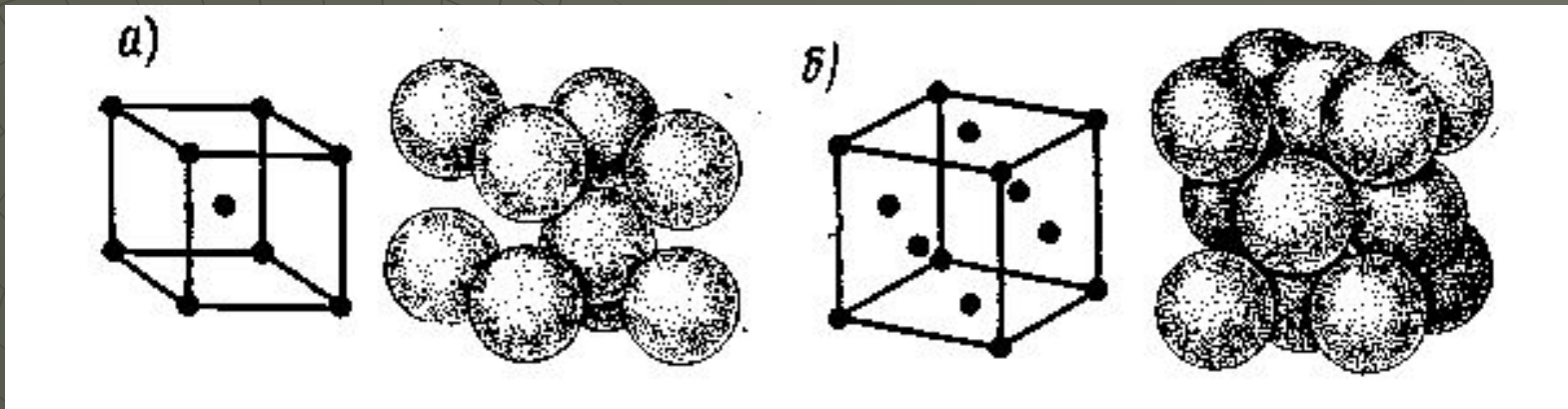


# Сталь легированная.



- ◆ 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.

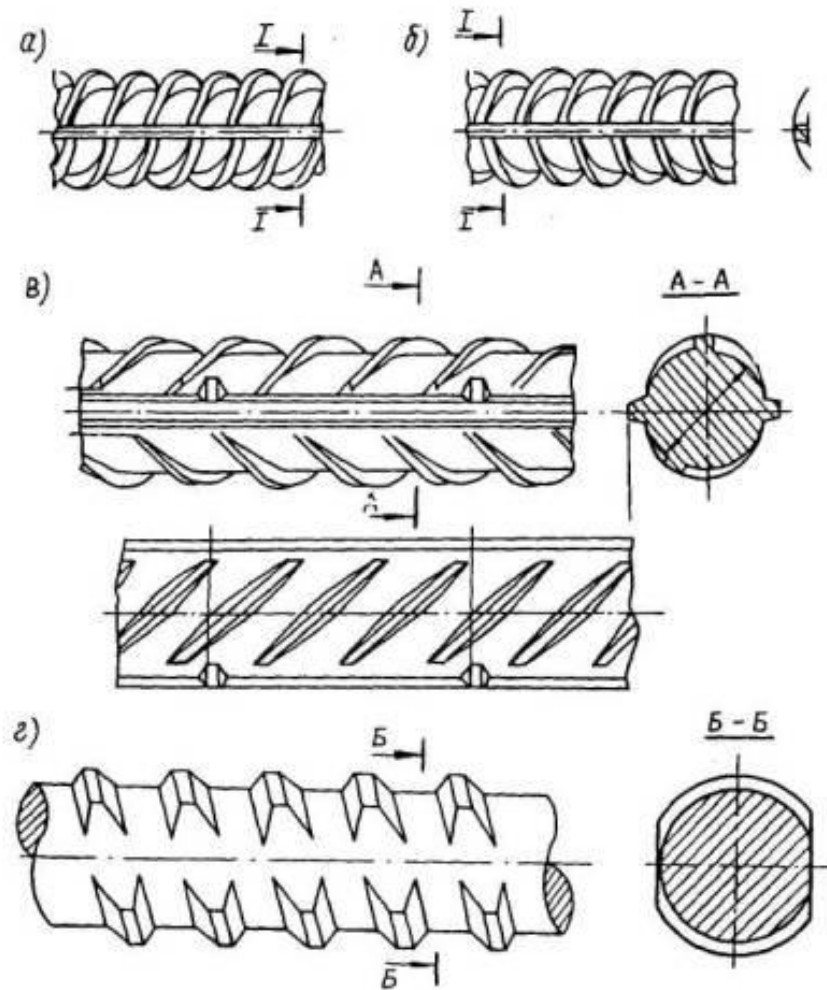


# Сталь.

- ◆ 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**

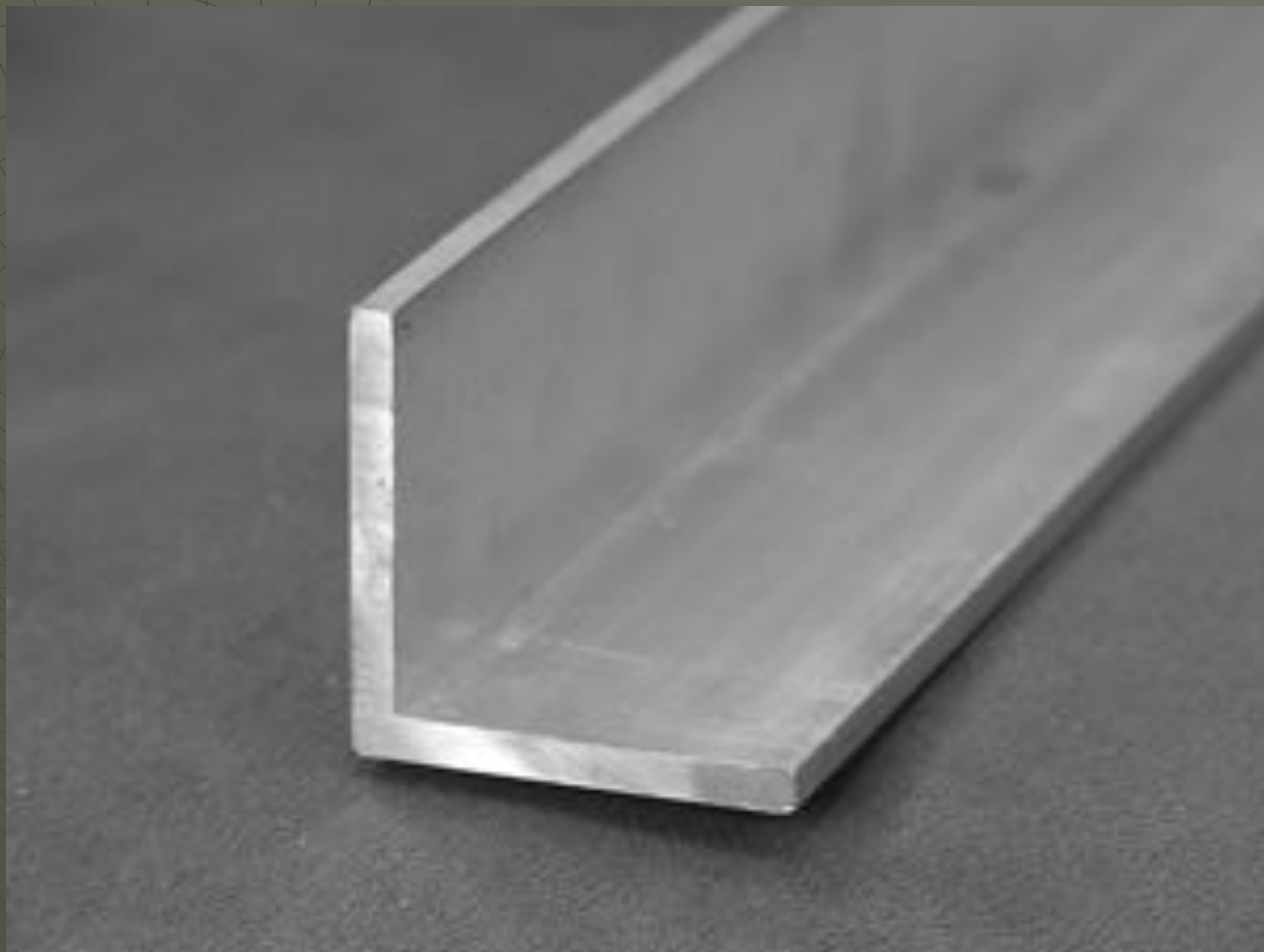


# **Сортовая сталь**





# *Угловые 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/м<sup>3</sup> и температурой плавления 658°C. 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 Al-Mn 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.)