

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Всего – 36 часов :

Лекция – 14 часов

Практические занятия – 16 часов

Лабораторная работа – 6 часов

Промежуточная аттестация – дифф.зачет

Тема: **Строение и свойства металлов**

Изучаемые вопросы:

1. Основы металловедения;
2. Основные термины по материаловедению;
3. Свойства металлов;
4. Основы кристаллизации металлов.

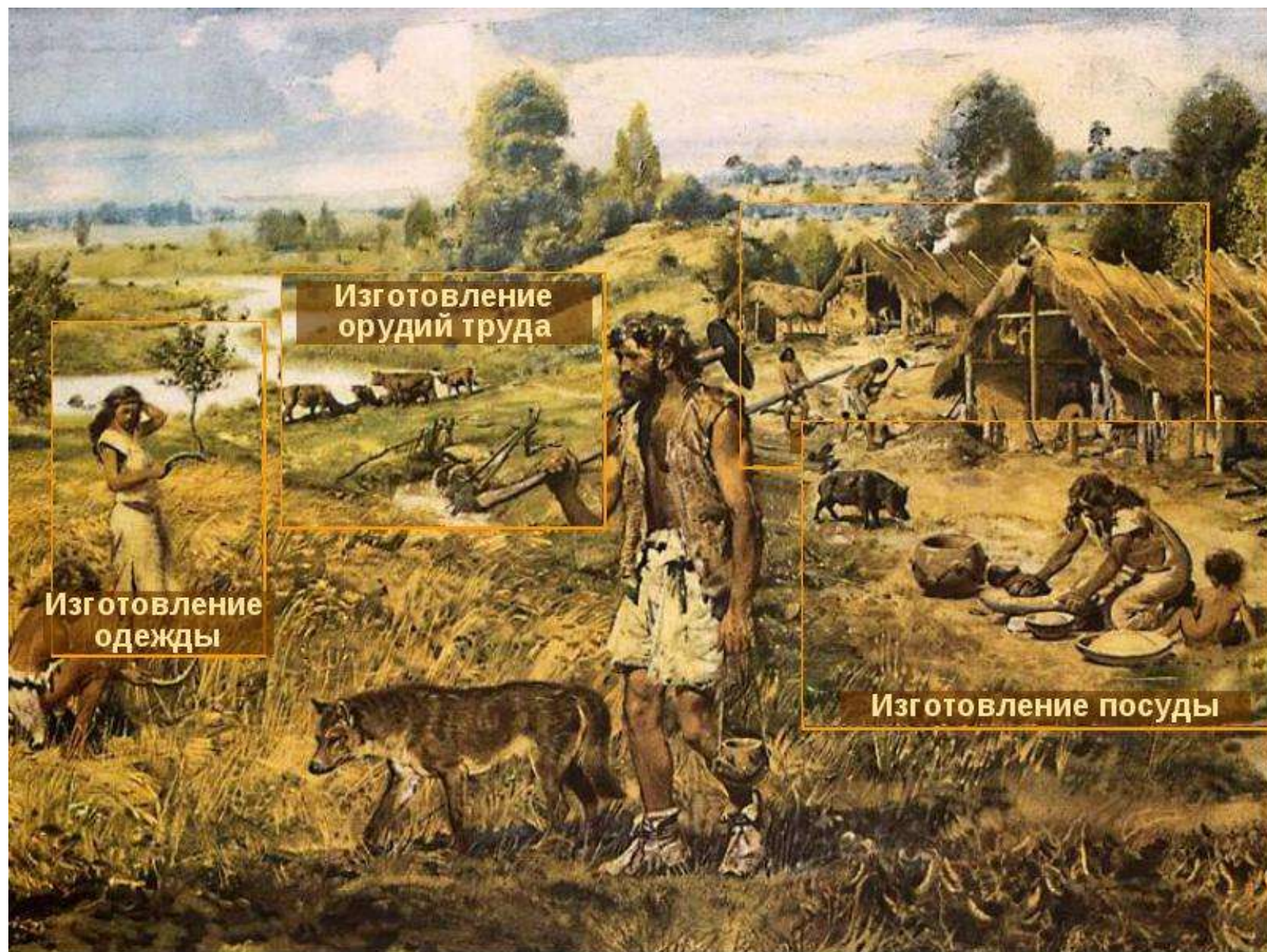
Уже в глубокой древности человеку были известны семь металлов: золото, серебро, медь, олово, свинец, железо и ртуть. Эти металлы можно назвать «доисторическими», так как они применялись человеком еще до изобретения письменности.

Очевидно, что из семи металлов человек вначале познакомился с теми, которые в природе встречаются в самородном виде. Это золото, серебро и медь. Остальные четыре металла вошли в жизнь человека после того, как он научился добывать их из руд с помощью огня.

Часы истории человечества стали отсчитывать время быстрее, когда в его жизнь вошли металлы и, что важнее всего, их сплавы. Век каменный сменился веком медным, потом — бронзовым, а затем веком железным:

Каменный век





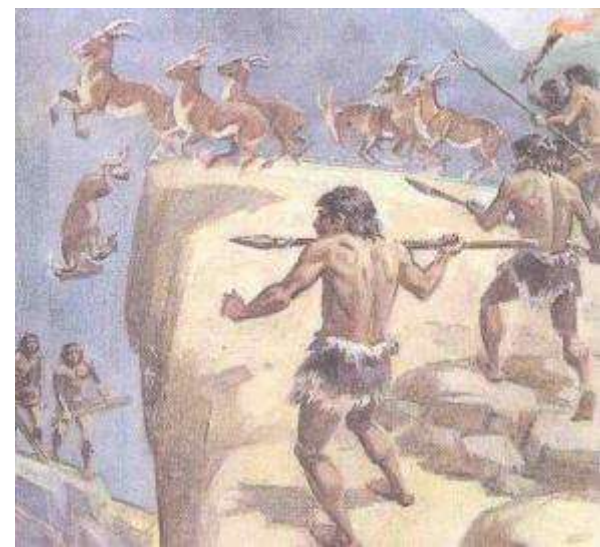
Изготовление
орудий труда

Изготовление
одежды

Изготовление посуды

Медный век

- **Медный век, меднокаменный век, халколит** - эпоха в развитии человечества, переходный период от неолита (каменного века) к бронзовому веку. Термин предложил в 1876 г. на международном археологическом конгрессе венгерский археолог .
- Медный век приблизительно охватывает период IV—III тысячелетия до н. э., но на некоторых территориях существует и дольше, а на некоторых отсутствует вовсе. Чаще всего энеолит относят к бронзовому веку, но иногда считают и отдельным периодом. Во времена энеолита были распространены медные орудия, но преобладали по-прежнему каменные.



Бронзовый век

- Следующий этап развития технологий наступил уже в конце III тысячелетия до н. э., когда была открыта возможность получения металлов из руды. Одновременно, скорее всего случайно, было установлено, что, если в тигель, где плавится медь, подбросить немного олова, качество полученного материала решительно улучшится.
- В начале II тысячелетия до нашей эры медь стала заменяться бронзой. Приблизительно в эту же пору появились и первые железные изделия, но мягкое железо (не пригодное к литью, поскольку требовало чрезмерно высоких температур), как материал для оружия и орудий, было хуже бронзы, — бронзовый век продолжался еще 1000 лет, вплоть до освоения технологий науглероживания, закалки и сварки.
- Из бронзы делали даже прямые длинные мечи.
- И позже бронза сохраняла некоторое значение, так как превосходила железо в технологичности, — если форму железному изделию можно было придавать только ковкой (поэтому даже старинные гвозди имели квадратное сечение), то бронзовые орудия можно было отливать.

- Изделие сложной формы, например, шлем, проще было именно отлить, чем выковать. Что же касалось прочности, то бронза однозначно была тверже железа и не такой хрупкой как сталь. Бронзовые доспехи, в том числе цельнолитые кирасы, вплоть до начала нашей эры употреблялись в Риме, шлемы же в Европе и в XIX веке преимущественно делали из бронзы .
- Дополнительным достоинством бронзы было ее удобство при массовом производстве. Бронзовый наконечник, конечно, не обладал пробивной способностью железного, но каждый из железных надо было выковывать и закаливать отдельно, а бронзовые отливались в специальном станке по 100—200 штук одновременно, причем обладали качеством для железных изделий в ту пору почти недостижимым — стандартностью.
- С XV века бронза снова стала стратегическим материалом, так как оказалось, что она незаменима для изготовления пушек.



Железный век

- Следом за бронзой человек осваивает новый металл — железо. Открытие этого металла предания приписывают малоазиатскому народу халибов. халибы несколько раз промывали речной песок их страны, добавляли к нему какое-то огнеупорное вещество, и плавили в печах особой конструкции; полученный таким образом металл имел серебристый цвет и был нержавеющей. В качестве сырья для выплавки железа использовались магнетитовые пески, запасы которых встречаются по всему побережью Черного моря — эти магнетитовые пески состоят из смеси мелких зерен магнетита, титано-магнетита, ильменита, и обломков других пород, так что выплавляемая халибами сталь была легированной, и, видимо, обладала высокими качествами. Такой своеобразный способ получения железа не из руды говорит о том, что халибы, скорее, открыли железо как технологический материал, но не способ его повсеместного промышленного производства. Видимо, их открытие послужило толчком для дальнейшего развития металлургии железа, в том числе из руды, добываемой в копиях.

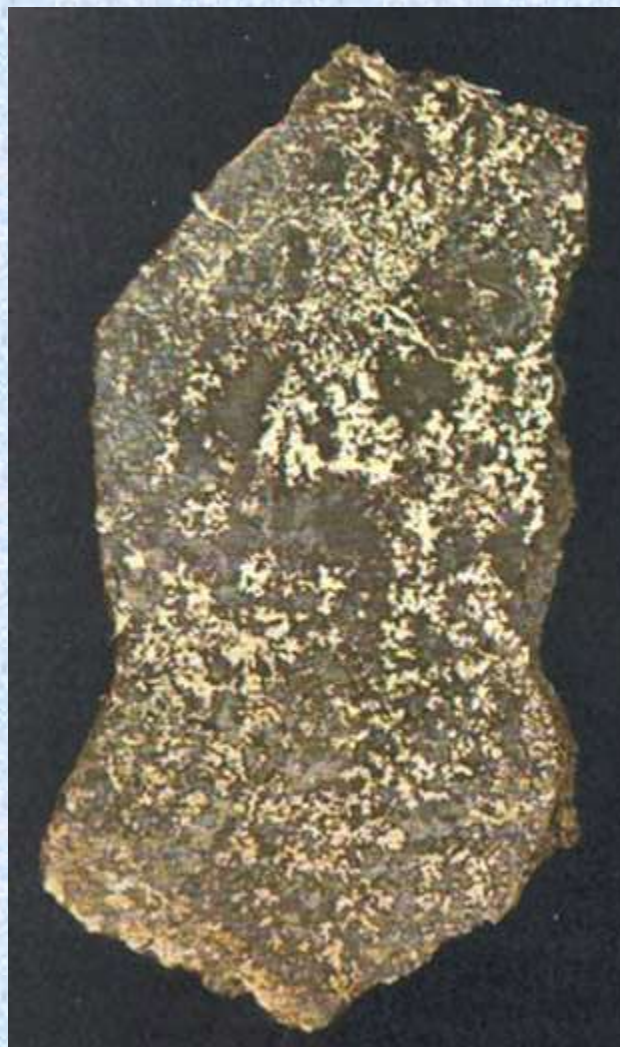


Металлы в природе встречаются в трёх формах:

1. В свободном виде встречаются только золото и платина.



2. В самородном виде и в форме соединений могут находиться серебро, медь, ртуть и олово.



Материаловедение – это наука, изучающая связь между **химическим составом, структурой и свойствами** материалов и закономерности **изменения этих свойств** под влиянием внешних воздействий (механических, термических, химических и др.), реализуемых в процессе производства, обработки и эксплуатации изделий из этих материалов.

- Материаловедением называют прикладную науку о связи состава, строения и свойств материалов.
- Решение важнейших технических проблем, связанных с экономией материалов, уменьшением массы машин и приборов, повышением точности, надежности и работоспособности механизмов и приборов во многом зависит от развития материаловедения.
- Теоретической основой материаловедения являются разделы физики и химии, однако наука о материалах в основном развивается экспериментальным путем.
- Изучение физических (плотность, теплопроводность, магнитная проницаемость), механических (твердость, прочность, модуль упругости), технологических (жидкотекучесть, ковкость, обрабатываемость резанием) и эксплуатационных свойств (сопротивление коррозии, изнашиванию, хладостойкость, жаропрочность) позволяет определить области рационального использования различных материалов с учетом экономических требований.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА											VII		VIII		 Периодический закон открыт Д. И. МЕНДЕЛЕЕВЫМ в 1869 году													
											(H)	2	He	Гелий														
1	H	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	Водород	Литий	Бериллий	Бор	Углерод	Азот	Кислород	Фтор	Неон	Натрий	Магний	Алюминий	Кремний	Фосфор	Сера	Хлор	Аргон	Калий	Кальций	Скандий	Титан	Ванадий	Хром	Марганец	Железо	Кобальт	Никель	Медь
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
25																												
26																												
27																												
28																												
29																												
30																												
31																												
32																												
33																												
34																												
35																												
36																												
37																												
38																												
39																												
40																												
41																												
42																												
43																												
44																												
45																												
46																												



Периодический закон открыт
Д.И. МЕНДЕЛЕЕВЫМ в 1869 году

Условная граница между элементами-металлами и элементами-неметаллами проходит по диагонали:

B(бор) – Si(кремний) – As(мышьяк) – Te(теллур) – At (астат)

Таким образом из 113 элементов **85 являются металлами.**

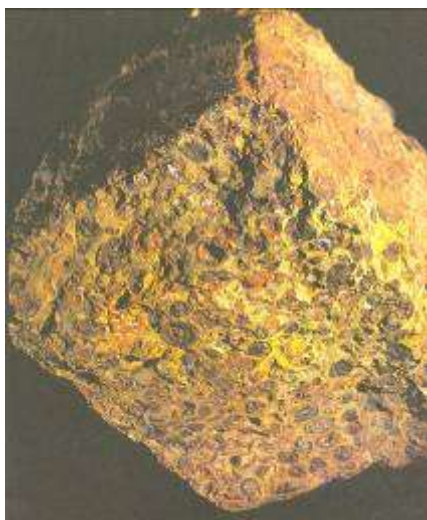
Металлы в природе

Самым распространенным металлом в земной коре является алюминий.

За ним следует железо, натрий, калий, магний и титан.

Содержание остальных металлов незначительно. Так, например, хрома в земной коре по массе всего лишь 0,3%, никеля – 0,2%, а меди – 0,01%.

Металлы встречаются в природе как в свободном виде, так и в различных соединениях.



боксит

Север Карелии



гематит

Костомукша



магнетит

Пудожгорский

Металлы в природе



Самородок платины



Самородок серебра



нефелин



Самородок золота

Признаки металлов

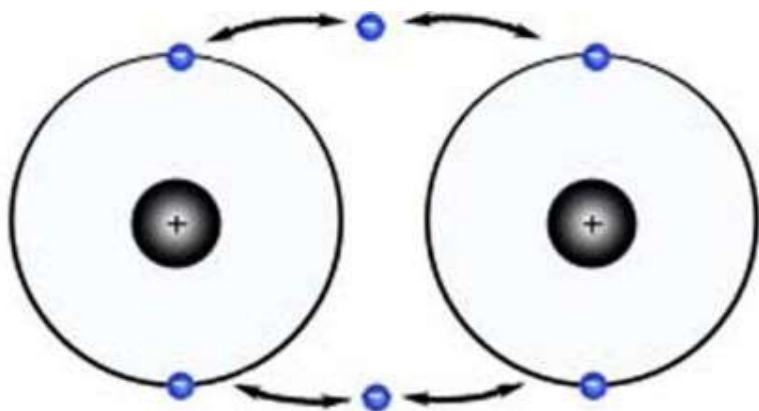
- Пластичность
- Электропроводность
- Теплопроводность
- Металлический блеск



Электронное строение металлов

- Общность свойств металлов определяется подобием электронного строения их атомных оболочек и типом межатомной связи. Атомы металлов на внешней оболочке имеют один, два, три электрона, а атомы неметаллов — от четырех до семи.
- У металлов внешние свободные электроны слабо связаны с ядром, поэтому они легко перескакивают с орбиты одного атома на орбиты других атомов, образуя подобие электронного газа. Атомы при этом ионизируются.

Электронное строение металлов

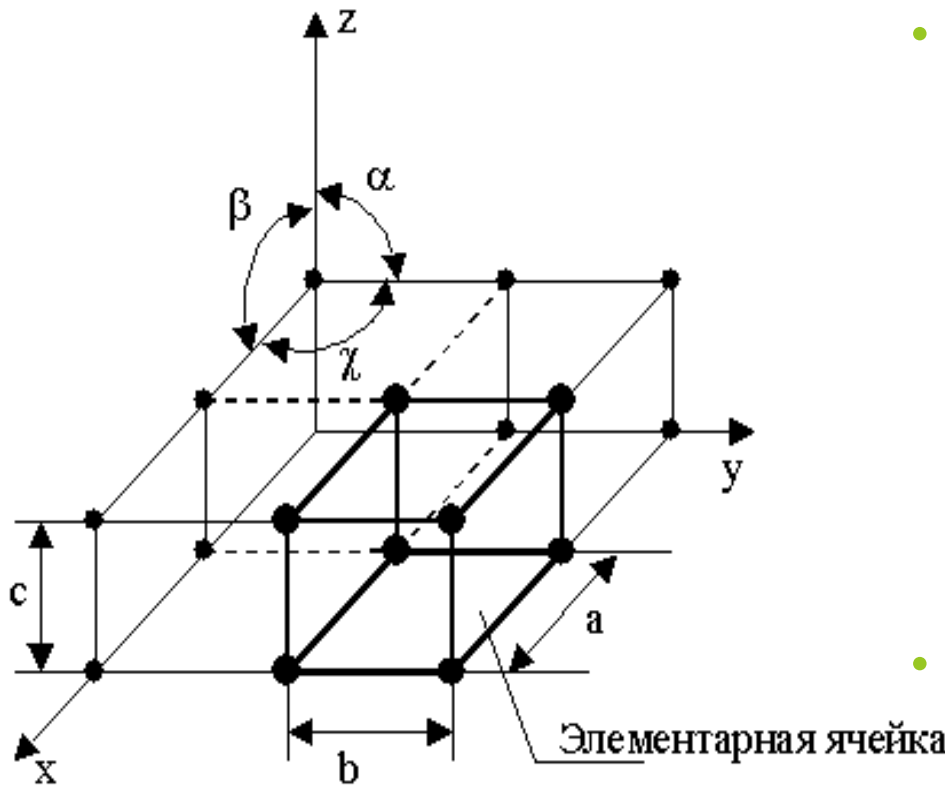


- Свободные электроны являются переносчиками тепла от атома к атому, что обуславливает значительную теплопроводность металлов.
- Высокая электропроводность металлов объясняется тем, что под действием даже небольшой разницы потенциалов свободные электроны перемещаются в одном направлении, образуя электрический ток.

• Кристаллизация металлов

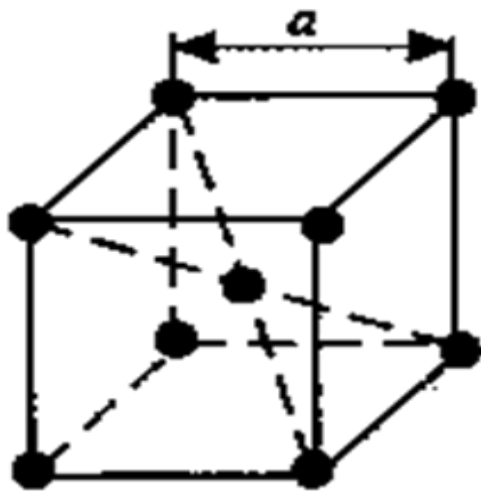
- Различают **аморфное** и **кристаллическое** строение тел. В аморфных телах атомы расположены в пространстве хаотически, в кристаллических — закономерно.
- Металлы — тела кристаллические. Кристаллическое строение металлов можно представить себе в виде пространственной решетки, в узлах которой расположены атомы (точнее, ионы, так как свободные электроны металлов, перемещаясь от одного атома к другому, образуют как бы «электронный газ»).

Элементарная кристаллическая решетка



- Наименьший объем кристалла, дающий представление об атомной структуре металла в любом объеме, называется элементарной кристаллической ячейкой.
- Каждый металл имеет определенный тип кристаллической ячейки.

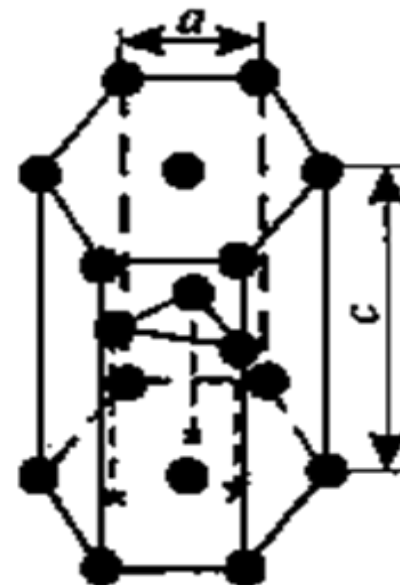
Основные типы кристаллических решеток



а)



б)



в)

а – объемно-центрированная кубическая; (V, W, Ti,)

б – гранецентрированная кубическая; (Ag, Au,)

в – гексагональная плотноупакованная. (Zn)

Кристаллическая решетка - это воображаемая пространственная решетка, в узлах которой располагаются частицы, образующие твердое тело.

Кристаллизация металла – это переход
металла из жидкого состояния в твердое

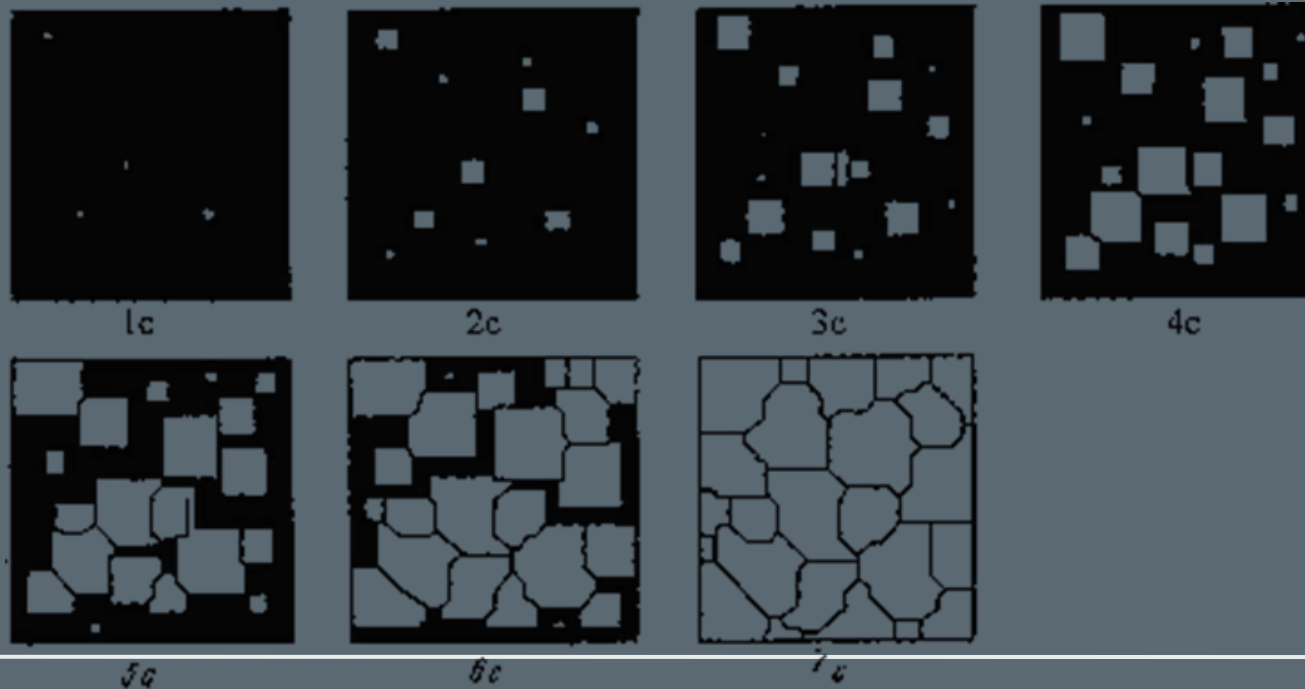


Схема кристаллизации металлов

Свойства металлов

```
graph TD; A[Свойства металлов] --> B[Физические]; A --> C[Химические]; A --> D[Механические]; A --> E[Технологические];
```

Физические

Химические

Механические

Технологические

Свойства металлов

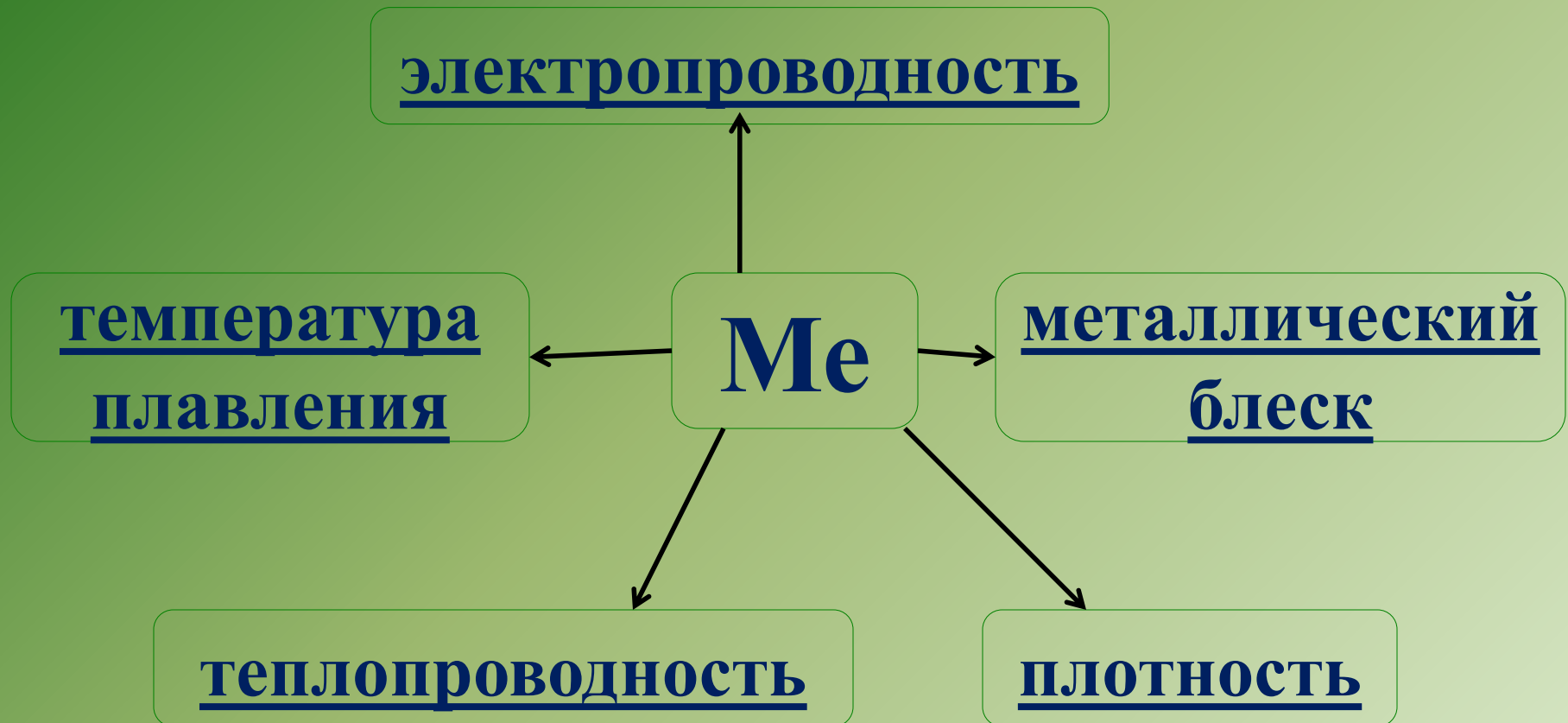
Физические – свойства металла, которые определяют состояние металла при определённых условиях (нормальной и повышенной температуре, нагревании жидкого и охлаждения до кристаллического состояния).

Химические – характер взаимодействия атомов металлов с другими металлами или неметаллами в процессе кристаллизации (затвердения).

Механические – группа свойств, которые характеризуют способность металлов выдерживать различные механические нагрузки

Технологические – группа свойств, которые определяют способность металлов подвергаться различным видам обработки в холодном и горячем состоянии.

Физические свойства металлов



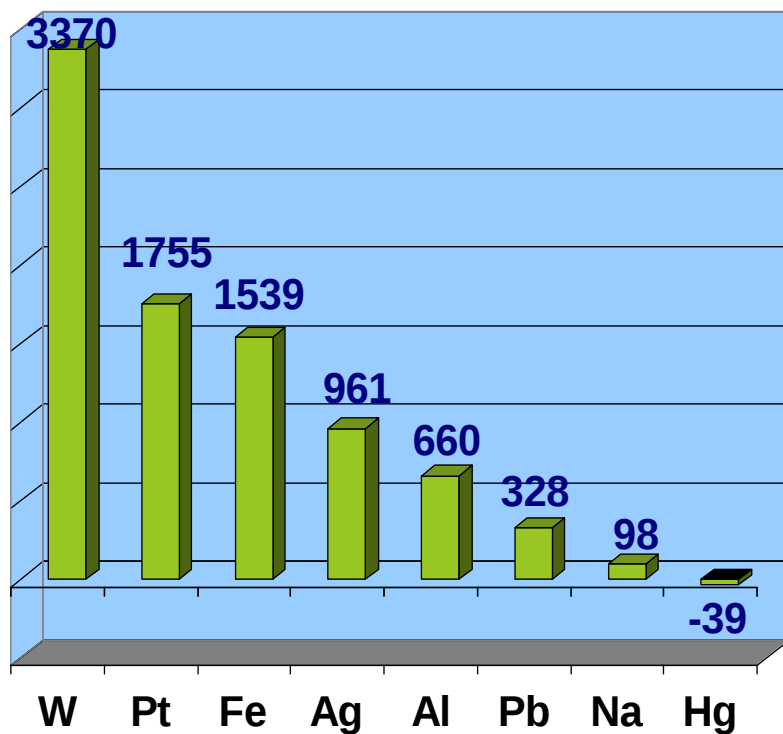
Плотность

- Это - одна из важнейших характеристик металлов и сплавов.
по плотности металлы делятся на следующие группы:
 - **легкие** (плотность не более 5 г/см³) - магний, алюминий, титан и др.
 - **тяжелые** - (плотность от 5 до 10 г/см³) - железо, никель, медь, цинк, олово и др. (это наиболее обширная группа);
 - **очень тяжелые** (плотность более 10 г/см³) - молибден, вольфрам, золото, свинец и др.

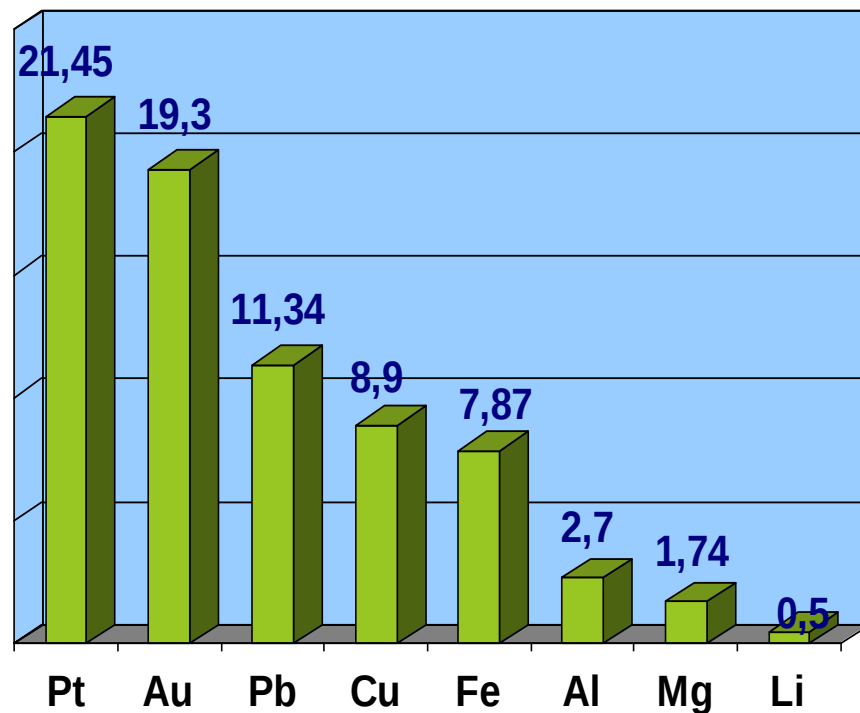
Температура плавления

- В зависимости от температуры плавления металлы делят на следующие группы:
 - ✓ **легкоплавкие** (температура плавления не превышает 600°C) - цинк, олово, свинец, висмут и др.
 - ✓ **среднеплавкие** (от 600°C до 1600°C) - к ним относятся почти половина металлов, в том числе магний, алюминий, железо, никель, медь, золото;
 - ✓ **тугоплавкие** (более 1600°C) - вольфрам, молибден, титан, хром и др.

Температура плавления



Плотность металлов



Теплопроводность

Теплопроводностью называют, способность металлов передавать тепло от более нагретых к менее нагретым участкам тела.

Серебро, медь, алюминий обладают большой теплопроводностью. Железо имеет теплопроводность примерно в три раза меньше, чем алюминий, и в пять раз меньше, чем медь. Теплопроводность имеет большое значение при выборе материала для деталей.

Например, если металл плохо проводит тепло, то при нагреве и быстром охлаждении (термическая обработка, сварка) в нем образуются трещины. Некоторые детали машин (поршни двигателей, лопатки турбин) должны быть изготовлены из материалов с хорошей теплопроводностью. В единицах СИ теплопроводность имеет размерность $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Электропроводность

Все металлы хорошо проводят электрический ток; это обусловлено наличием в их кристаллических решётках подвижных электронов, перемещающихся под действием электрического поля. Серебро, медь и алюминий имеют наибольшую электропроводность; по этой причине последние два металла чаще всего используют в качестве материала для проводов.



Металлический блеск

Электроны, заполняющие межатомное пространство отражают световые лучи, поэтому все металлы в кристаллическом состоянии имеют металлический блеск. Самые блестящие металлы: ртуть, серебро, палладий. В порошке все металлы, кроме алюминия и магния, теряют блеск и имеют чёрный или тёмно-серый цвет.



Механические свойства

Механические свойства металлов определяют их способность сопротивляться действию внешних механических сил.

- **прочность** — способность металла оказывать сопротивление действию внешних сил, не разрушаясь;
- **упругость** — свойство металла восстанавливать свою форму после прекращения действия внешних сил, вызвавших изменение формы (деформацию);
- **пластичность** — свойство металла деформироваться без разрушения под действием внешних сил и сохранять измененную форму после прекращения действия сил. Пластичность — свойство, обратное упругости;
- **твердость** — способность металла оказывать сопротивление проникновению в него более твердого тела;
- **вязкость** — способность металла оказывать сопротивление ударным нагрузкам. Вязкость — свойство, противоположное хрупкости;
- **износостойкость** — сопротивление металла изнашиванию вследствие процессов трения. Износ определяется по изменению размеров или массы деталей.

Механические свойства

- Для определения механических свойств металлов проводят статические испытания на растяжение, сжатие, изгиб и кручение, динамические испытания на ударную вязкость, а также испытания на усталость, ползучесть, длительную прочность и твердость.
- Наиболее распространенными методами определения механических свойств металлов являются испытания на твердость (вдавливанием индентора в образец и измерением отпечатка) на специальных приборах, называемых твердомерами. Существуют также способы царапания, упругого отскока, ультразвуковых колебаний.

Химические свойства

Химические свойства определяют работоспособность деталей под **воздействием окружающей среды**.

- Если нагревать металл, то на поверхности образуется оксидный слой (окалина) – результат химической коррозии в атмосфере сухих газов. Скорость роста толщины оксидной плёнки (мкм/ч) или изменение массы металла (г/(м²·ч)) при повышенной температуре являются показателями **жаростойкости**. На основании экспериментов устанавливают допустимую рабочую температуру, при которой скорость окисления не превышает заданного значения.
- **Коррозионная стойкость** определяется скоростью изменения массы металла или линейных размеров детали. При этом учитывается степень изменения механических свойств из-за разрушения поверхностных слоёв.
- **Химическая коррозия** в сухих газах (воздух, углекислый газ, кислород, серосодержащие газы, сухой водяной пар) создаёт при нормальной температуре тонкую оксидную плёнку, обладающую защитными свойствами. Исключение – редкоземельные металлы. Увеличение толщины плёнки (>10нм) снижает плотность; рыхлость облегчает доступ кислорода; разница в удельном объёме плёнки и металла создаёт напряжение, плёнка растрескивается, коррозионное разрушение усиливается.