Лекция по теме:

«Металлы и сплавы»

Металлами **называют непрозрачные кристаллические вещества, обладающие прочностью, пластичностью, тепло- и электропроводностью, металлическим блеском. В нормальных условиях они являются твердыми веществами, исключая ртуть, температура плавления которой минус 39° С.**

Металлы

Черные

(железо и его сплавы)

Цветные

Сплавы **– материалы, которые образуются из расплавов 2-х или нескольких компонентов.**

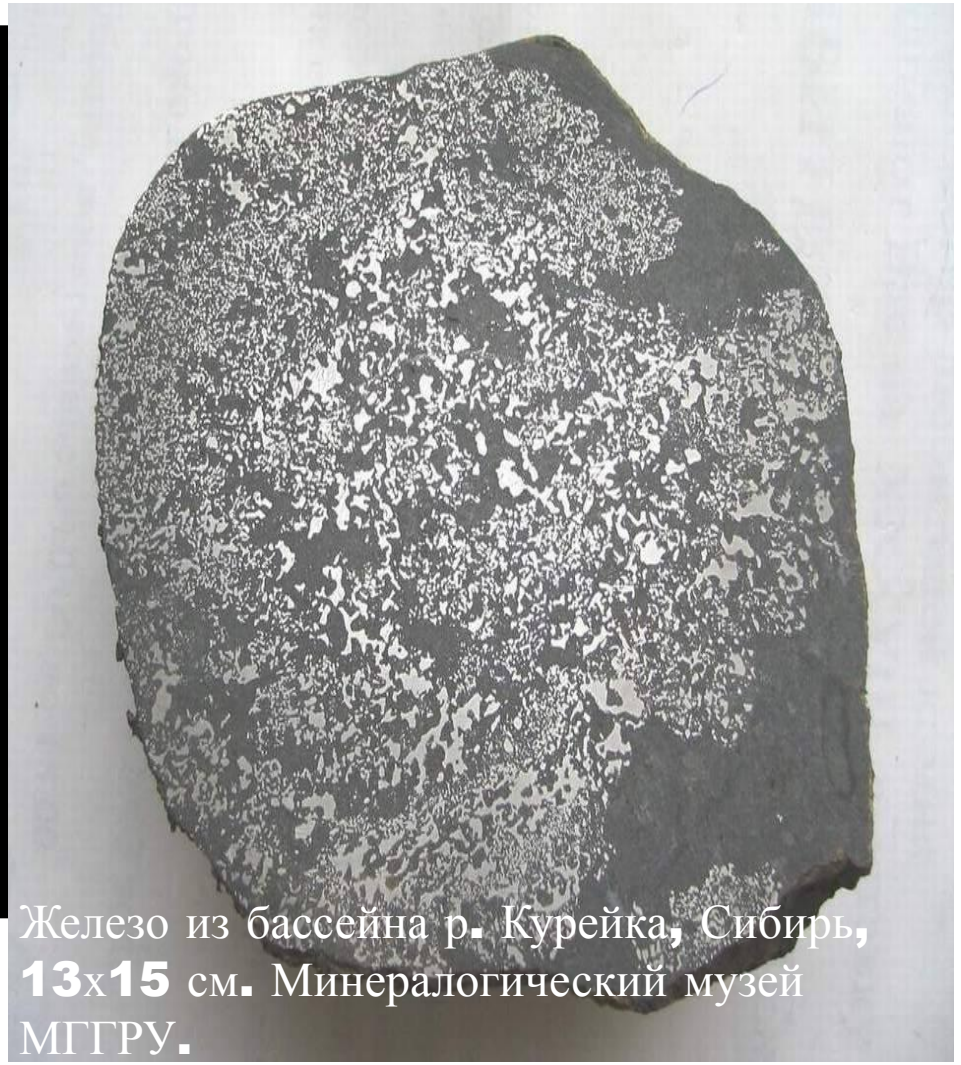
Металлические сплавы могут состоять либо только из металлов, либо из металлов с небольшим содержанием неметаллов.

Черные металлы и сплавы.

Железо. **Химический символ – Fe, номер в периодической системе – 26, атомная масса – 55,847, плотность 7,874 г/см^3 , температура плавления 1539°.**

Железо занимает 2-е место по содержанию в земной коре.

Оно представляет собой серебристо – белый металл, обладающий ферромагнитными свойствами до t° 769° С.



Железо из бассейна р. Курейка, Сибирь, **13**х**15** см. Минералогический музей МГГРУ.

Железо применяется в виде чугуна и сталей. Традиционный процесс *получения* этих сплавов состоит из этапов:

Руды → ***Чугун*** → ***Сталь***

(магнетиты, титаномагнетиты, гематиты и проч.)

(варка в доменных печах, кокс топливо и восстановитель)

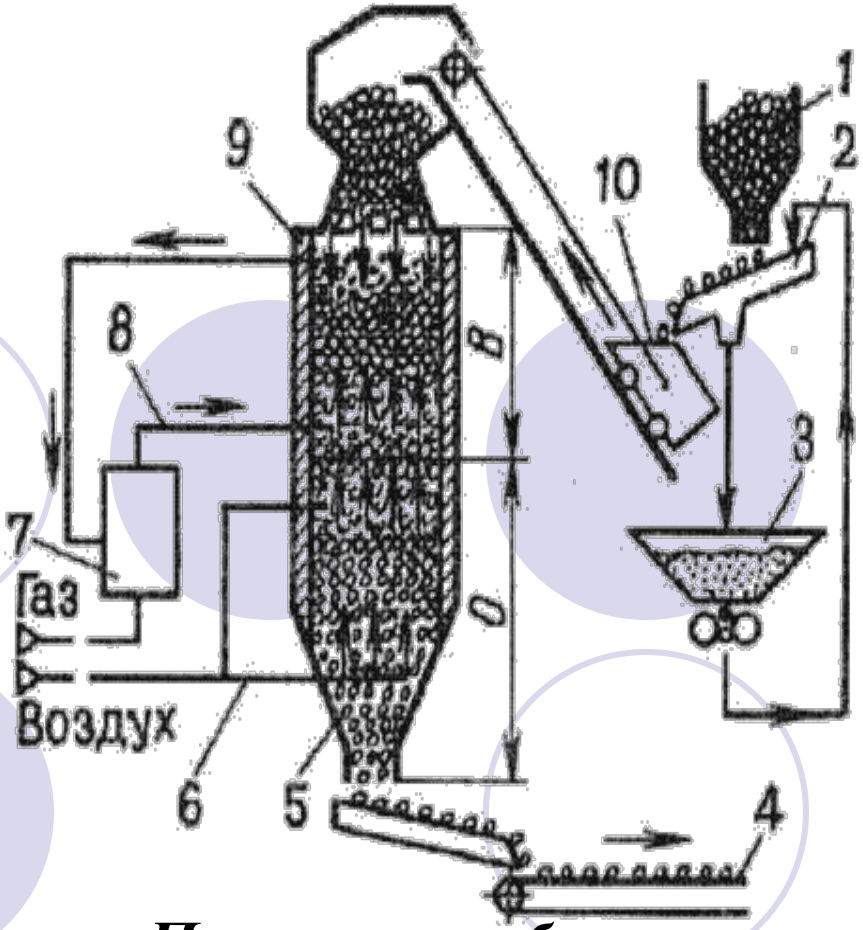
(варка в мартеновских печах, электропечах.)

Гематит, железная руда (Г. Алтай)

Износостойкий белый чугун

Кусок необработанной стали

<u>Прямое получение железа</u> **представляет собой восстановление из руд или концентратов углеродом или оксидом углерода. При температуре ниже жидкой фазы получают губчатое железо – пористые куски или порошок из железа с растворенным в нем углеродом и примесями пустой породы. Губчатое железо используется для выплавки стали и в порошковой металлургии.**



Получение губчатого железа в шахтных печах.

1,3 бункер, 2 грохот, 4 конвейер, 5 охлаждённые окатыши, 6,8 трубопровод, 7 установка конверсии, 9 шахтную печь, 10 короб.

Чугун

содержит **от 2,14 до 6,67%** углерода (обычно 3-4,5%), а также марганец (до 1,5%), кремний (до 4,5%), серу (не более 0,08%) и фосфор (до 1,8%). Сера и фосфор снижают механическую прочность и повышают хрупкость сплавов, поэтому являются вредными примесями.

Чугуны классифицируют:

1. *По составу:*

1.1 белый (содержит углерод в виде цементита – химического соединения с железом, имеет белый цвет)

1.2. серый (углерод в нем представлен пластинками графита, что определяет цвет чугуна).

Износостойкий белый чугун

Серый чугун

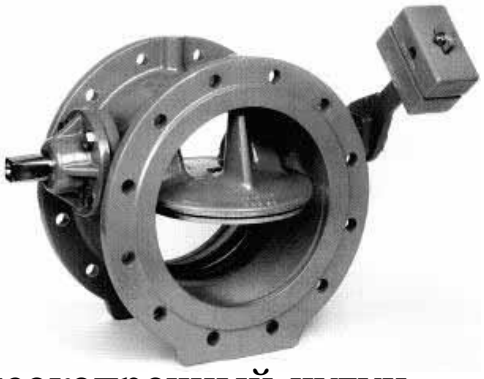
2. *По назначению:*

2.1. передельный
2.2. литейный
2.3. специальный:
    2.3.1. доменные ферросплавы.
    2.3.2. высокопрочный чугун
    2.3.3. легированный
        2.3.3.1. жаростойкий,
        2.3.3.2. износостойкий,
        2.3.3.3. антифрикционный
        2.3.3.4. ковкий.

2.1 Передельный чугун

2.2 Литейный чушковый чугун

2.3. *Специальный чугун*:



Высокопрочный чугун (Клапан с наклонным седлом)

Жаростойкий чугун (мангал)

Износостойкий чугун (роторный измельчитель)

Антифрикционный чугунный поршень

Ковкий чугун (клапаны, вентили)

Маркировка чугунов

- **Серый - СЧ**
- **Передельный - ПЛ-** ***для литейного производства*****, ПФ-** ***фосфористый*****, ПВК-** ***высококачественный***
- **Литейный – Л, ЛР –** ***рафинированный магнием***

Цифры после букв означают содержание углерода в%.

- **Легированный ЧХ-*хром*, ЧС-*кремний*, ЧГ-*марганец*, ЧН-*никель*, ЧМ-*молибден*, ЧТ-*титан*, ЧП-*фосфор*, ЧЮ-*алюминий*.**

Цифры после букв означают содержание легирующей добавки в %.

Сталь

содержит до 2,14% углерода, а также другие компоненты.

Классифицируют сталь по признакам :

1. *По способу получения*:
1.1. Мартеновская,
1.2. Конверторная,
1.3. Бессемеровская,
1.4. Электросталь

2. *По степени раскисления*:
2.1. Кипящая,
2.2. Полуспокойная,
2.3. Спокойная.

3. *По химическому составу* :
3.1. углеродистая,
3.2. легированная,

4. *По качеству*:
4.1. обыкновенного качества,
4.2. качественная,
4.3. высококач.,
4.4 особовысококач.

5. *По назначению* :
5.1. конструкционная,
5.2. инструментальная,
5.3 специальная.

По качеству:

- **обыкновенного качества** (0,05%серы, 0,045% фосфора);
- **качественная** (серы и фосфора менее 0,04%);
- **высококачественная** (серы и фосфора менее 0,035%);
- **особовысококачественная** (серы не более 0,015%, фосфора до 0,025%)

По химическому составу:

- **Углеродистая**

✔ **Низкоуглеродистая (до 0,25%)**

✔ **Среднеуглеродистая (0,25-0,7%);**

✔ **Высокоуглеродистая (0,7-2,14%).**

- **Легированная** – содержит легирующие добавки – хром, никель, титан, ванадий и др.:

✔ **Низколегированная (2,5-5%);**

✔ **Среднелегированная (%-10%);**

✔ **Высоколегированная (более 10%).**

5. *По назначению* **:**

5.1. конструкционная,

5.2. инструментальная,

5.3 специальная.

Жаропрочная;
Быстрорежущая;
Автоматная,
Электротехническая;
Рессорно-пружинная;
Кислотостойкая;
Износоустойчивая и др.

Конструкционная сталь

Инструментальная сталь

Специальная сталь
(Краны шаровые
для промышленных систем**)**

Маркировка стали.

Углеродистые конструкционные стали маркируют Ст, цифрами, обозначающими содержание углерода в долях процента.

Углеродистые инструментальные стали обозначают буквой У.

Легированные стали содержат названия легирующих добавок и их содержание после цифр, указывающих содержание углерода.

ТН ВЭД

В **ТН ВЭД** черные металлы включены в

раздел XV – Недрагоценные металлы и изделия из них,

группа 72 – черные металлы,

группа 73- изделия из черных металлов.

Группа 72 имеет подгруппы:

I– первичная продукция в форме гранул или порошка,
II – железо и нелегированная сталь.
III – коррозионностойкая сталь,
IV – легированная сталь прочая.

Первичная продукция

Железо

Коррозионностойкая сталь

Легированная сталь

Цветные металлы

1. Принята следующая *классификация* цветных металлов:
   - Легкие
   - Тяжелые
   - Тугоплавкие
   - Благородные
   - Рассеянные
   - Редкоземельные
   - Радиоактивные

В ТН ВЭД

Группа 28 –ртуть, драгоценные металлы, радиоактивные.

Группа 71 –металлы плакированные драгоценными металлами.

Группа 74 – медь и изделия из нее.

Группа 75 – никель и изделия из него.

Группа 76 – алюминий

Группа 78 – свинец и изделия из него.

Группа 79 – цинк и изделия из него.

Легкие металлы

Название металла	Символ	Номер в период. системе	Атомная масса	Плот-ность, г/ см^3	Темпера-тура плавле - ния, град
Литий	Li	3	6,941	0,534	180,5
Бериллий	Be	4	9,01	1,848	1284
Натрий	Na	11	23,98	0,968	97,83
Магний	Mg	12	24,305	1,739	651
Алюминий	Al	13	26,98	2,699	660
Калий	K	19	39,098	0,862	63,55
Кальций	Ca	20	40,08	1,540	851
Титан	Ti	22	47,9	4,505	1665
Рубидий	Rb	37	85,47	1,532	38,9
Стронций	Sr	38	87,62	2,630	770
Цезий	Cs	55	132,9	1,90	28,5
Барий	Ba	56	137,34	3,760	740

Алюминий

Алюминий занимает 1-е место среди металлов по содержанию в земной коре и 2-е по использованию. Он обладает ковкостью, устойчив к коррозии, имеет высокие электро- и теплопроводность.

Алюминий – металл мягкий, легко полируется и царапается.

1. Алюминий

Применяют алюминий

- в электротехнике (токоведущие жилы проводов),
- как конструкционный материал в машиностроении, авиации, строительстве, производстве бытовых товаров,
- входит в состав легирующих добавок,
- соединения алюминия – квасцы – используют для дубления кож, как протраву при крашении тканей.

- ***Выпускается различных марок: высокой чистоты А95- А999 с содержанием примесей от 0,001 до 0,05%, технической чистоты А7,А8,А85 (0,15-1% примесей).***
- ***Сплавы алюминия:***

Деформируемые (дюрали) с медью, цинком, магнием, литием, кадмием и др.;

Литейные:

- ***Силумины (содержат также кремний);***
- ***Вторичные сплавы (получают переплавкой лома, их состав не нормируется.***

Электропроводность

Легкость

Теплопроводность

Алюминий

Пластичность

Нетоксичность

Магний

Магний занимает 3-е место по содержанию в земной коре. Применяется в производстве легких сплавов, изготовлении осветительных и зажигательных ракет и снарядов.

Соединения магния – магнезиальные вяжущие материалы широко применяются в строительстве.

Hublot BB Mag Bang
(корпус сделан из магния)

Литий

Литий **используется в ядерной энергетике для регулирующих стержней атомных реакторов, в черной металлургии для раскисления, получения легированных и модифицированных сплавов, в цветной металлургии – для улучшения механических свойств сплавов.**

Литий входит в состав специальных стекол, термостойкой керамики.

Литий-полимерные аккумуляторы

Бериллий

Окно рентгенозащитное

Бериллий в сплавах с алюминием, магнием и медью применяется в самолетостроении и электротехнике, а также в ядерной технике, поскольку замедляет и отражает протоны, излучает нейтроны при бомбардировании альфа – частицами.

Бериллиевые стекла проницаемы для рентгеновских лучей, они используются для окон рентгеновских трубок.

Натрий и Калий

Натрий с калием используются как жидкие теплоносители в ядерных установках, он является восстановителем некоторых редких металлов – титана, циркония, тантала, применяется для упрочения сплавов, как катализатор органического синтеза. **Калий** используется преимущественно для производства удобрений (90% солей), регенерации кислорода в подводных лодках, с натрием – в ядерных установках.

Титан

Титан по внешнему виду похож на сталь, прочен, пластичен, имеет исключительную химическую стойкость. Легкие и прочные титановые сплавы широко используются в технике, химической промышленности (трубопроводы, насосы, реакторы), вакуумной технике (поглощает газы).

Оксиды титана применяют для изготовления высококачественных титановых белил.

Рубидий

– серо-белый вязкий металл, один из самых активных химических элементов. Используется для изготовления фотоэлементов, ламп дневного света, а также в вакуумной технике как газопоглотитель.

Барий

мягкий металл, в сплавах со свинцом применяется как типографские и антифрикционные сплавы, используется для поглотителей вакуумных установок, для защиты от радиоактивных и рентгеновских излучений, его соединения применяют при выработке красок.

Стронций

Стронций применяется для раскисления меди, получения бронзы, как поглотитель газов в электровакуумной технике, его соли образуют светящиеся глазури и эмали. Изотопы стронция (89, 90) сильно токсичны, они образуются при ядерных испытаниях.

.

Проба на окрашивание пламени. Три металла (слева направо) — натрий, стронций и барий.

Цезий

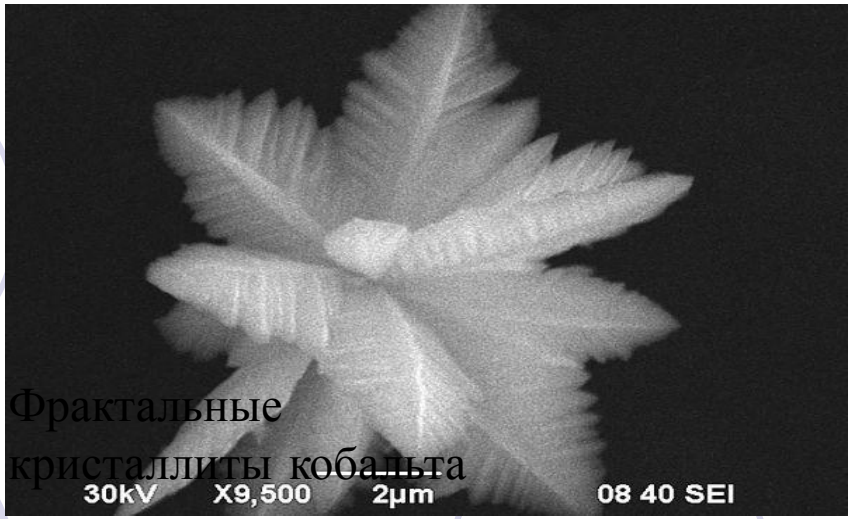
очень мягкий металл, имеет золотистый оттенок, активнее калия и натрия, на воздухе воспламеняется, при взаимодействии с водой взрывается. Применяется в производстве фотоэлементов, а также как газопоглотитель в вакуумных лампах.

Тяжелые металлы

Наименование металла	Символ	Номер	Атомная масса	Плотность г/см^3	Температ. плавлен. град.
Кобальт	Co	27	58,933	8,900	1493
Никель	Ni	28	58,70	8,900	1453
Медь	Cu	29	63,546	8,960	1083
Цинк	Zn	30	65,38	7,130	419,5
Кадмий	Cd	48	112,4	8,650	320,9
Олово	Sn	50	118,69	7,298	231
Сурьма	Sb	51	121,75	6,690	630
Ртуть	Hg	80	200,59	13,52	- 38,97
Свинец	Pb	82	207,2	11,34	327
Висмут	Bi	83	208,98	9,80	271

Кобальт

Кобальт серебристо-белый с красноватым оттенком металл, обладает ферромагнитными свойствами. Применяется для изготовления быстрорежущих, жаропрочных и магнитных сплавов, синего стекла и красок. Изотоп кобальт-60 используется как источник гамма-излучения в технике и медицине.



Фрактальные кристаллиты кобальта

Никель

Никель – металл серебристо-белого цвета с синеватым оттенком, на воздухе не изменяется. Сплавы никеля с железом, хромом, медь. Обладают механической прочностью, антикоррозионными, магнитными, жаропрочными свойствами.

Медь

Медь- металл розово-красного цвета, обладающий пластичностью, прочностью, высокими тепло- и электропроводностью. Применяется в электротехнике для изготовления проводов, шнуров, токоведущих деталей, контактов, для химической аппаратуры - теплообменники и холодильники.

Шины медные для электротехнических целей

- ***Медь рафинированная содержит не менее 99,85 мас.% чистой меди.***
- ***Сплавы меди:***

✔ ***Латуни – содержат до 50 % цинка, обладают прочностью, пластичностью, стойки к коррозии. Применяются в электротехнике, производстве духовых музыкальных инструментов;***

✔ ***Бронзы – сплавы меди с оловом, кремнием, свинцом, бериллием (алюминиевые, кремниевые, свинцовые, бериллиевые бронзы);***

- ***Медно-никелевые сплавы – мельхиор (от 5 до 30% никеля) и нейзильбер (5-35% меди, 13-45% никеля и цинк) применяют в производстве столовых приборов, посуды, украшений.***

Цинк

Цинк – синевато-белый металл, используемый для защитных покрытий стали, получения медных сплавов (латунь, нейзильбер), его соединения являются пигментами в получении красок, сернистый цинк с сернистым кадмием – для покрытия телевизионных трубок и экранов.

Кадмий

Кадмий – серебристо-белый блестящий металл, применяемый в ядерной энергетике (поглощает нейтроны), для покрытий по металлу (кадмирование), более прочных, чем оцинкование, в производстве подшипниковых, легкоплавких сплавов, желтых пигментов для красок.

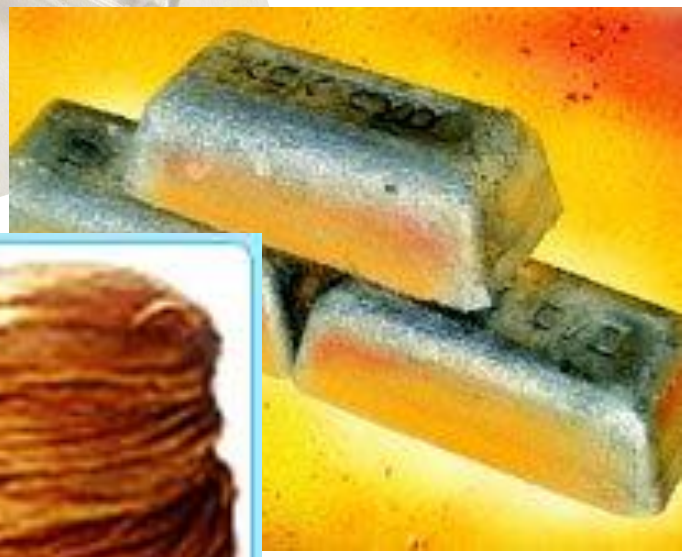
Олово

Олово –при температуре выше 13,2 о серебристо-белый, мягкий и пластичный металл, медленно тускнеет на воздухе (белое олово). При температуре ниже названной превращается в серое олово, плотность которого в два раза ниже, что вызывает разрушение изделий (оловянная чума).

Блюдо. Италия. **17** в. Собрание Румана. Вена.

Сурьма

Используется для изготовления подшипниковых сплавов (боббиты) с оловом, свинцом и медью, в полиграфии (расширяясь точно воспроизводит матрицы), полупроводников (соединения с галлием, индием), красок для бровей (природный сульфид сурьмы).



Ртуть

Ртуть – серебристый жидкий металл при нормальных условиях (выше 38,97о). Применяется в электротехнике, светотехнике, приборостроении для ртутных выпрямителей, кварцевых ламп.

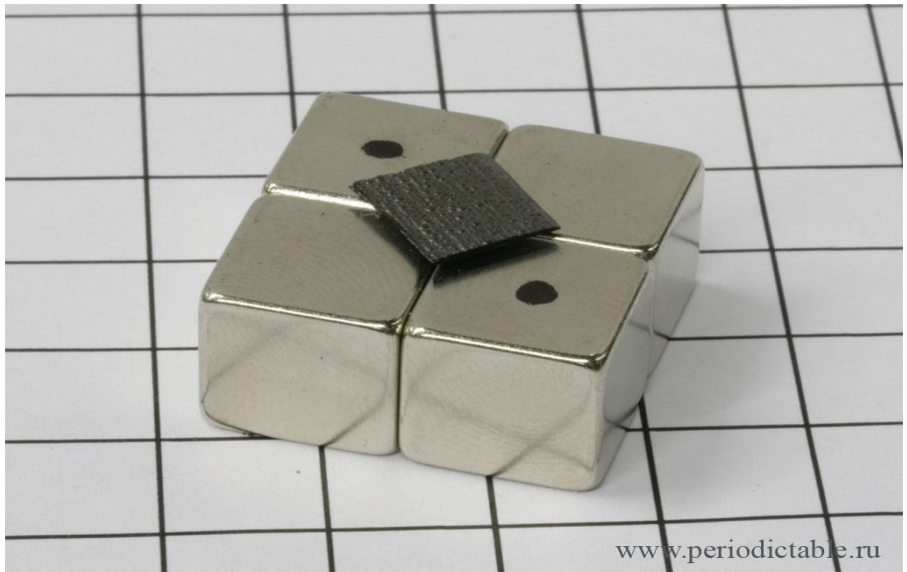
Свинец

Свинцовый сурик

Свинец мягкий ковкий синевато-серый металл. Используемый для пластин аккумуляторов (основная масса металла), в сернокислом производстве – для коррозионностойкой химической аппаратуры, для оболочек электрических кабелей, защиты от радиоактивных излучений, в производстве антидетонаторов бензина, красок (красных – сурик, желтых – глет, белил).

Висмут

Из висмута вырабатывают легкоплавкие сплавы, применяемые в автоматических противопожарных устройствах, как припои, в зубоврачебном протезировании. Висмут используется как теплоноситель в ядерных реакторах.



Тугоплавкие металлы

Наименование металла	Символ	Номер	Атомная масса	Плотность г/см^3	Температ плавлен. град.
Титан	Ti	22	47,9	4,5	1665
Хром	Cr	24	51,99	7,19	1903
Цирконий	Zr	40	91,22	6,45	1852
Ниобий	Nb	41	92,906	8,57	2470
Молибден	Mo	42	95,94	10,2	2620
Гафний	Hf	72	178,49	13,09	2222
Тантал	Ta	73	180,94	16,60	3014
Вольфрам	W	74	183,85	19,3	3410
Рений	Re	75	186,2	21,03	3180

Ванадий

Ванадий – серебристо-белый металл, применяется для производства сталей повышенной прочности, вязкости и износостойкости, его соединения – как катализаторы в химической промышленности, а также в резиновом, стекольном, красильном производствах.

Хром

Хром – серо-стального цвета твердый металл, не окисляется на воздухе. Используется для изготовления жаропрочных, нержавеющих, кислотоупорных сталей, используемых для химической аппаратуры, подводных лодок.

Соединения хрома применяются как красители, окислители и дубители кож.

Цирконий

Цирконий – серебристо-белый твердый тугоплавкий металл, стойкий к коррозии. Цирконий прозрачен для нейтронов, пропускает их и применяется как конструкционный материал в ядерной энергетике. Применение циркония в сталях повышает их механические свойства. В вакуумной технике он является газопоглотителем.

Циркониевые лямбда-зонды

Ниобий

Из него вырабатывают жаропрочные и коррозионностойкие сплавы для нефтеперегонной аппаратуры, сверхпроводники для радиоэлектроники, сплавы с цирконием используют в атомной промышленности в качестве оболочек тепловыделяющих элементов.

Молибден

Молибден – металл серебристо-белого цвета, применяемый для производства легированных сталей повышенной прочности и твердости, жаропрочных сплавов для реактивных двигателей, кислотоупорных сплавов для химической аппаратуры.

Гафний

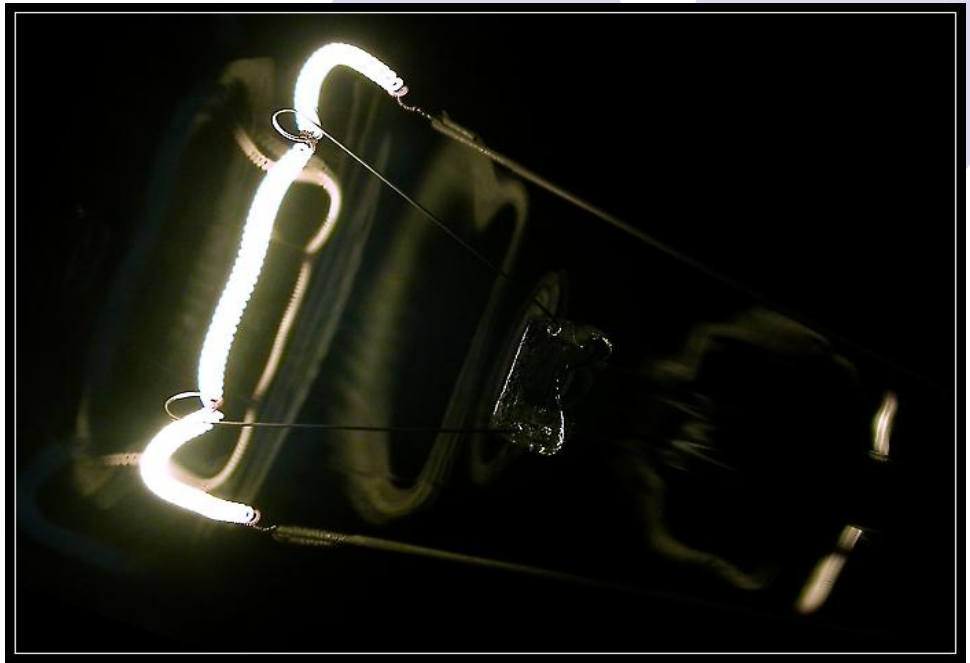
Используется в ядерной энергетике для регулирующих стержней и экранов для защиты от излучений,, производства жаропрочных сплавов для авиа – и ракетных двигателей.

Тантал

Используется для получения компактных конденсаторов, деталей электронных ламп, химической аппаратуры, в хирургии – для скрепления костей и нервов.

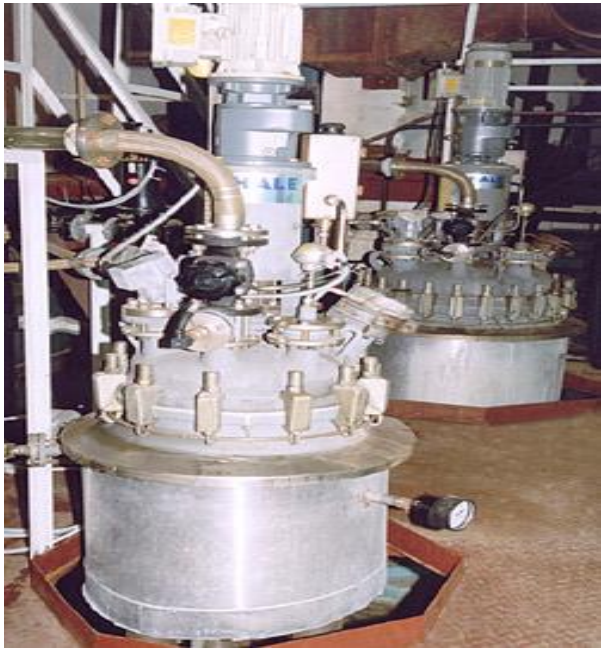
Вольфрам

Вольфрам тяжелый светло-серый металл, используемый для получения твердых износоустойчивых и жаропрочных сталей, нитей накаливания электроламп и для гальванических покрытий.



Рений

Рений – металл серебристо-белого цвета, применяемый для производства жаропрочных и тугоплавких сплавов для деталей сверхзвуковых самолетов и ракет, для защитно-декоративных покрытий, а также как катализатор химических процессов.



Благородные металлы

Наименование Металла	Символ	Номер	Атомная масса	Плотность г/см^3	Температ. плавлен. град.
Золото	Au	79	196,966	19,320	1064
Серебро	Ag	47	107,868	10,5	960
Платина	Pt	78	195,09	21,45	1769
Палладий	Pd	46	106,4	11,97	1552
Иридий	Ir	77	192,22	22,4	2410
Родий	Rh	45	102,9	12,42	1960
Рутений	Ru	44	101,07	12,2	2250
Осмий	Os	76	190,2	22,5	3050

Золото

Золото – желтого цвета тяжелый, мягкий и очень пластичный металл (из 1 г металла вытягивается проволока длиной до 3 км). Применяется золото в ювелирном деле в виде сплавов разной пробы – 375, 500, 583, 585, 750, 958. Проба характеризует содержание чистого металла в 1000 весовых частей сплава.

Серебро

. **Серебро** – сверкающий белый металл, имеющий наивысшие электро- и теплопроводность, лучшие отражающие свойства. высокую химическую устойчивость. Серебро обладает биологическими свойствами – убивает микроорганизмы. Поэтому применяется в чистом виде для обеззараживания воды и в виде соли – азотнокислого серебра (ляпис).

Платина

Платина – серовато-белый блестящий металл, обладающий высокой химической стойкостью. Применяется для ювелирных изделий (950 проба), в производстве химической аппаратуры в сплавах с родием и иридием, для изготовления термопар и термометров сопротивления (с палладием и родием), в электроконтактах, нагревателях.

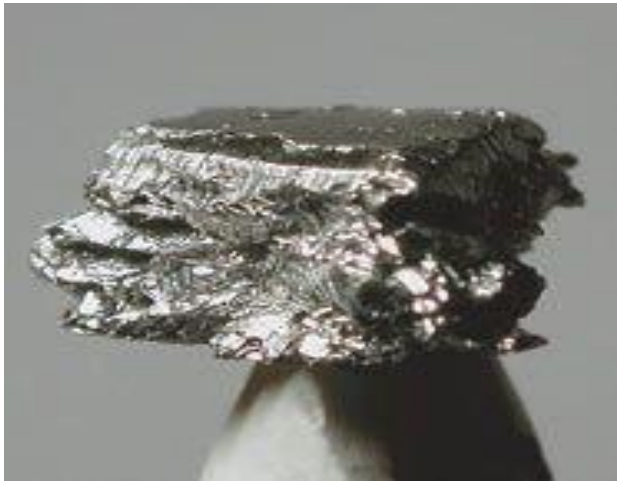
Палладий.

Палладий – серовато-белый мягкий ковкий металл, используется в ювелирном деле (500 и 850 пробы).

Сплавы палладия с серебром, платиной и родием используют в терморегуляторах и термопарах и в зубопротезировании, они не темнеют, не имеют привкуса.

Иридий

Иридий серебристо-белый жаростойкий и коррозионностойкий металл, применяемый для изготовления химической аппаратуры, эталонов метра и килограмма .



Родий

Применяется для гальванических покрытий и в сплавах с платиной для катализаторов, термопар, химической посуды.

Рутений

Рутений – серовато-белый твердый, износостойкий, очень химически стойкий металл. Применяется для ювелирных целей, лабораторной посуды, наконечников перьев, как катализатор.

Осмий

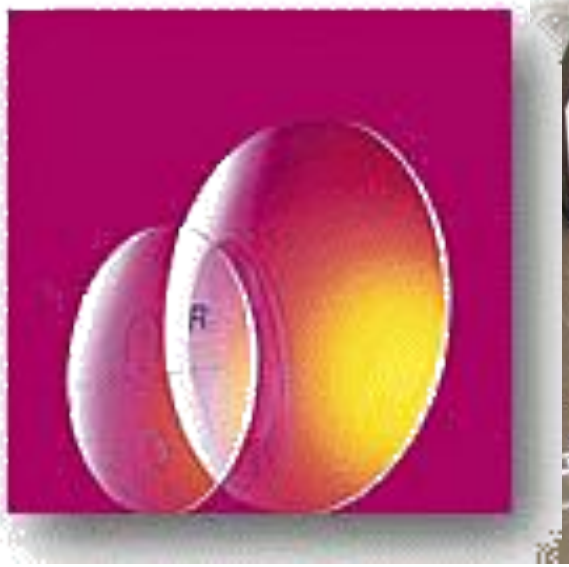
Из него вырабатывают детали точных измерительных приборов, наконечники перьев, его соединения обладают каталитическими свойствами.

Рассеянные металлы

Наименование металла	Символ	Номер	Атомная масса	Плотность г/см^3	Температ. плавлен. град.
Рубидий	См. легкие металлы				
Таллий	Tl	81	204,37	11,850	303
Галлий	Ga	31	69,72	5,9	29,8
Гафний	См. тугоплавкие металлы				
Ванадий	См. тугоплавкие металлы				
Селен серый	Se	34	78,96	4,807	217
Кадмий	См. тяжелые металлы				
Индий	In	49	114,82	7,362	156,2
Теллур	Te	52	127,6		

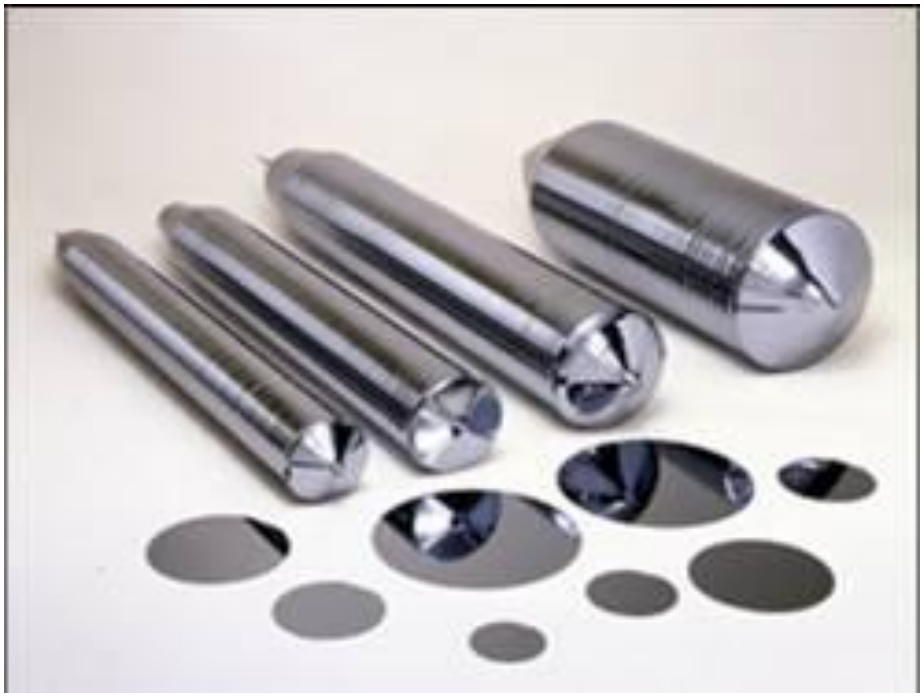
Таллий

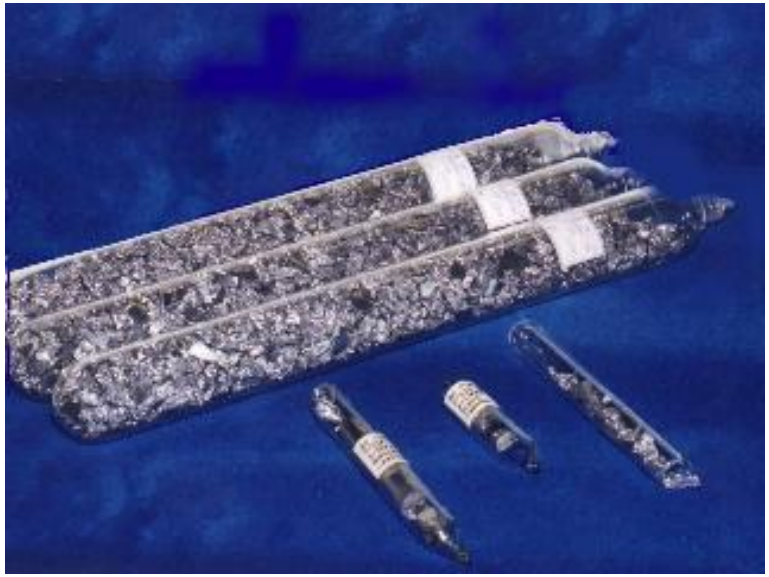
С оловом и свинцом образует кислотоупорные и подшипниковые сплавы, применяется для оптических, люминесцентных и фотоэлектрических приборов, карбонат таллия используют для сильнопреломляющих стекол, сульфит таллия – для борьбы с грызунами в сельском хозяйстве.



Галлий

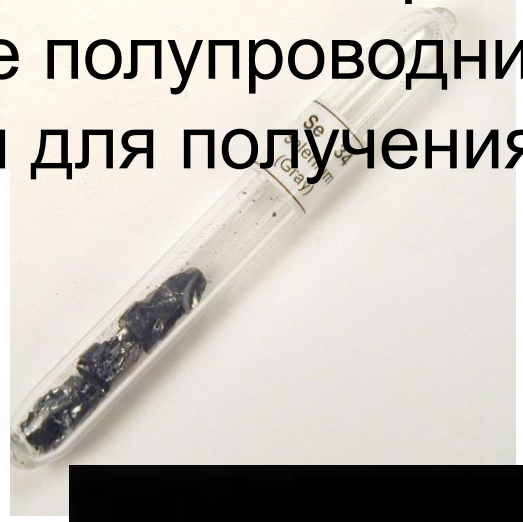
Применяется вместо ртути для манометров и высокотемпературных термометров, а также в производстве полупроводников





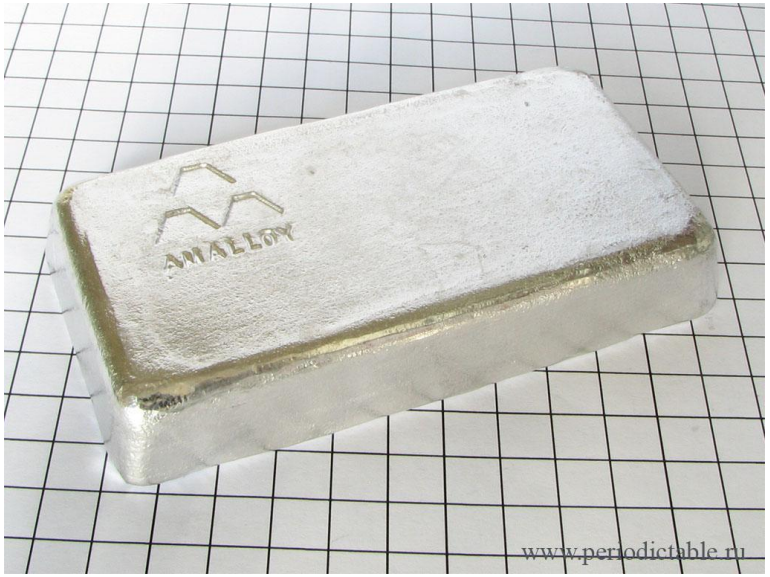
Селен

Селен имеет несколько модификаций. Наиболее устойчив серый селен, применяемый в производстве полупроводников. Диоксид селена используется для получения рубинового стекла.



Индий

Используется для получения полупроводников, антикоррозийных покрытий, легкоплавких сплавов и в качестве припоев (стекло с металлами).



Теллур

Применяется для получения полупроводников, как легирующая добавка, для изготовления телевизионных трубок, дозиметров, счетчиков излучений, т.к. имеет высокую чувствительность к излучениям.

Редкоземельные металлы

Наименова-ние металла	Символ	Номер	Атомная масса	Плот-ность г/см^3	Температ. плавлен. град.
Скандий	Sc	21	44,95	2,99	1539
Иттрий	Y	39	88,905	4,48	1509
Лантан	La	57	138,905	6,170	920

Скандий

Скандий имеет желтый отлив, применяется для элементов быстродействующей памяти ЭВМ.

Лантан

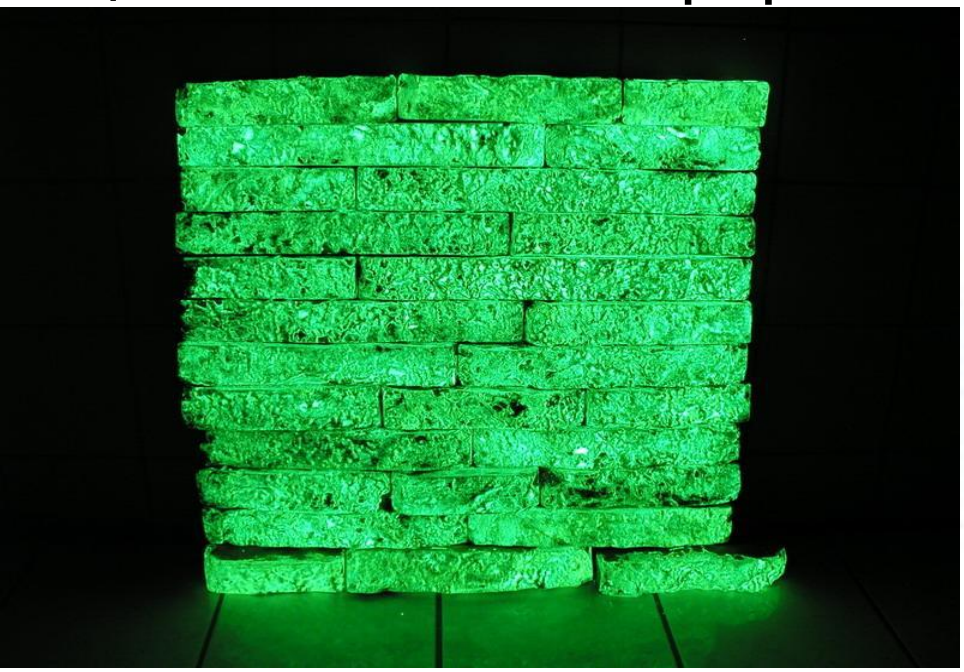
Лантан применяется для производства сплавов, как восстановитель в производстве редкоземельных металлов, а также для изготовления оптического стекла.

Лантаниды

Лантаниды (14) – церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, эрбий, тулий, иттербий и лютеций представляют собой серебристо-белые металлы, применяемые в ядерной энергетике, производстве люминофоров, лазеров, специальных сплавов, магнитов, стекол.

Иттрий

Иттрий используется для изготовления легированных сплавов, специальных оптических стекол, получения искусственных гранатов, катализаторов, огнеупоров, оксид иттрия – для цветных люминофоров.



Радиоактивные металлы

Технеций, прометий, полоний, уран, торий и трансурановые (нептуний, плутоний и др.) металлы, все изотопы которых радиоактивны. При этом уран и торий первичные, они имеют изотопы, период полураспада которых соизмерим со временем существования Земли, остальные – искусственные.

Радиоактивные металлы

Экспертиза металлов

- Органолептическими методами;
- Химические и физико-механические испытания;
- Экспресс-анализ-рентгеновский СПЕКТрометр РеСПЕКТ (за одно измерение одновременно определяет до 50 элементов – от Na до U)