

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 39о С.

**Металлы** делятся на:



**Черные**

*(железо и его сплавы)*



**Цветные**

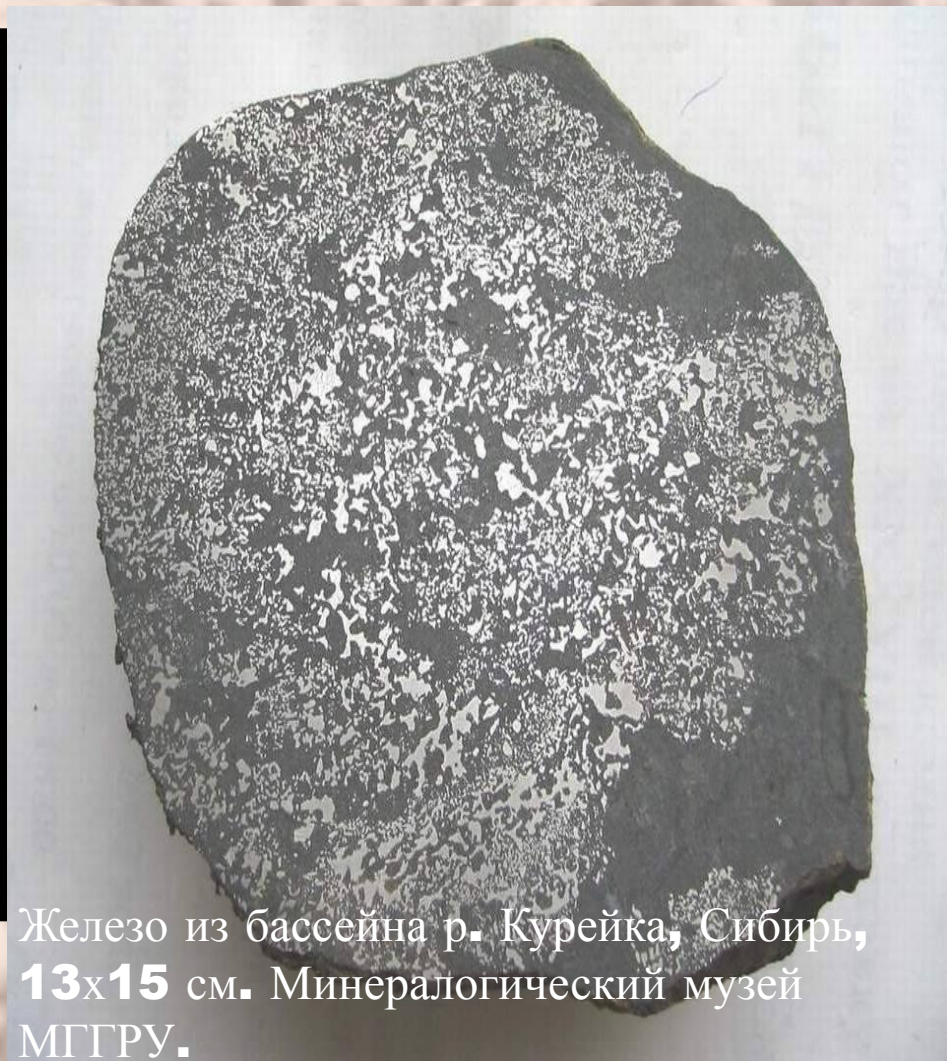
**Сплавы** – материалы, которые образуются из расплавов 2-х или нескольких компонентов. Металлические сплавы могут состоять либо только из металлов, либо из металлов с небольшим содержанием неметаллов.

# Черные металлы и сплавы.

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

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

Оно представляет собой серебристо – белый металл, обладающий ферромагнитными свойствами до  $t_0$  769° С.



Железо из бассейна р. Курейка, Сибирь, **13x15** см. Минералогический музей МГГРУ.

**Железо применяется в виде чугуна и сталей.  
Традиционный процесс получения  
ЭТИХ СПЛАВОВ СОСТОИТ ИЗ ЭТАПОВ:**

## **Руды**

(магнетиты,  
титаномагнетиты,  
гематиты и проч.)



## **Чугун**

(варка в доменных печах,  
кокс топливо и  
восстановитель)



Износостойкий  
белый чугун

## **Сталь**

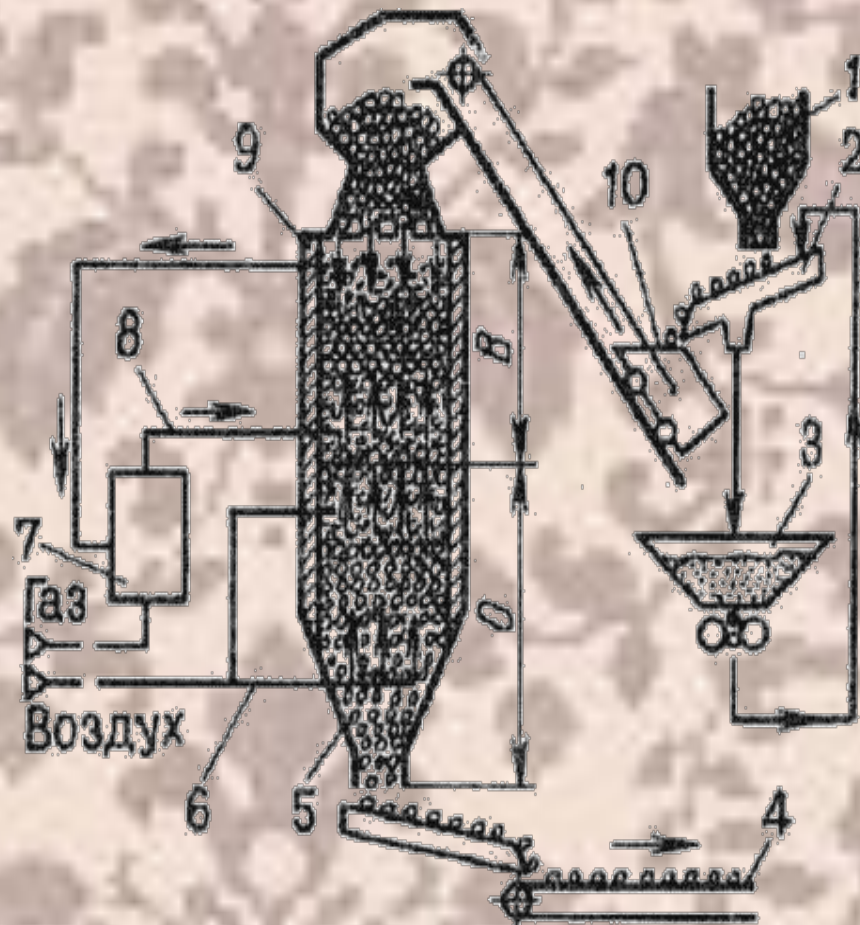
(варка в мартеновских  
печах, электропечах.)



Кусок  
необработанной  
стали

## Прямое получение железа

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.

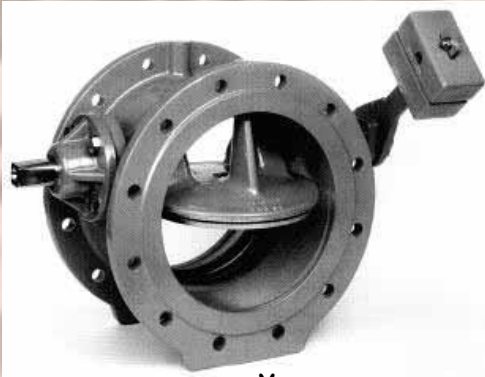


**2.1** Передельный чугун



**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)



# 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

**4. По качеству:**

- 4.1. обыкновенного качества,
- 4.2. качественная,
- 4.3. высококач.,
- 4.4. особовысококач.

**2. По степени раскисления:**

- 2.1. Кипящая,
- 2.2. Полуспокойная,
- 2.3. Спокойная.

**3. По химическому составу :**

- 3.1. углеродистая,
- 3.2. легированная,

**5. По назначению :**

- 5.1. конструкционная,
- 5.2. инструментальная,
- 5.3. специальная.

**5. По назначению :**

5.1. конструкционная,

5.2. инструментальная,

5.3 специальная.



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 ХУ – Недрагоценные металлы и изделия из них, группы 72 – черные металлы, 73- изделия из черных металлов.

# *Группа 72 имеет подгруппы:*

1 – первичная продукция в форме гранул или порошка,

11 – железо и нелегированная сталь.

111 – коррозионностойкая сталь,

1У – 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	Плотность, г/ см <sup>3</sup>	Температура плавления, град
Литий	<b>Li</b>	<b>3</b>	<b>6,941</b>	<b>0,534</b>	<b>180,5</b>
Бериллий	<b>Be</b>	<b>4</b>	<b>9,01</b>	<b>1,848</b>	<b>1284</b>
Натрий	<b>Na</b>	<b>11</b>	<b>23,98</b>	<b>0,968</b>	<b>97,83</b>
Магний	<b>Mg</b>	<b>12</b>	<b>24,305</b>	<b>1,739</b>	<b>651</b>
Алюминий	<b>Al</b>	<b>13</b>	<b>26,98</b>	<b>2,699</b>	<b>660</b>
Калий	<b>K</b>	<b>19</b>	<b>39,098</b>	<b>0,862</b>	<b>63,55</b>
Кальций	<b>Ca</b>	<b>20</b>	<b>40,08</b>	<b>1,540</b>	<b>851</b>
Титан	<b>Ti</b>	<b>22</b>	<b>47,9</b>	<b>4,505</b>	<b>1665</b>
Рубидий	<b>Rb</b>	<b>37</b>	<b>85,47</b>	<b>1,532</b>	<b>38,9</b>
Стронций	<b>Sr</b>	<b>38</b>	<b>87,62</b>	<b>2,630</b>	<b>770</b>
Цезий	<b>Cs</b>	<b>55</b>	<b>132,9</b>	<b>1,90</b>	<b>28,5</b>
Барий	<b>Ba</b>	<b>56</b>	<b>137,34</b>	<b>3,760</b>	<b>740</b>

# 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. *Сплавы алюминия* подразделяют на деформируемые (дюралю) с медью, марганцем, цинком и др, литейные, которые включают (силумины, вторичные



Электропроводность



Легкость



Теплопроводность



Алюминий



Нетоксичность



Пластичность

# 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 – магниезиальные 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

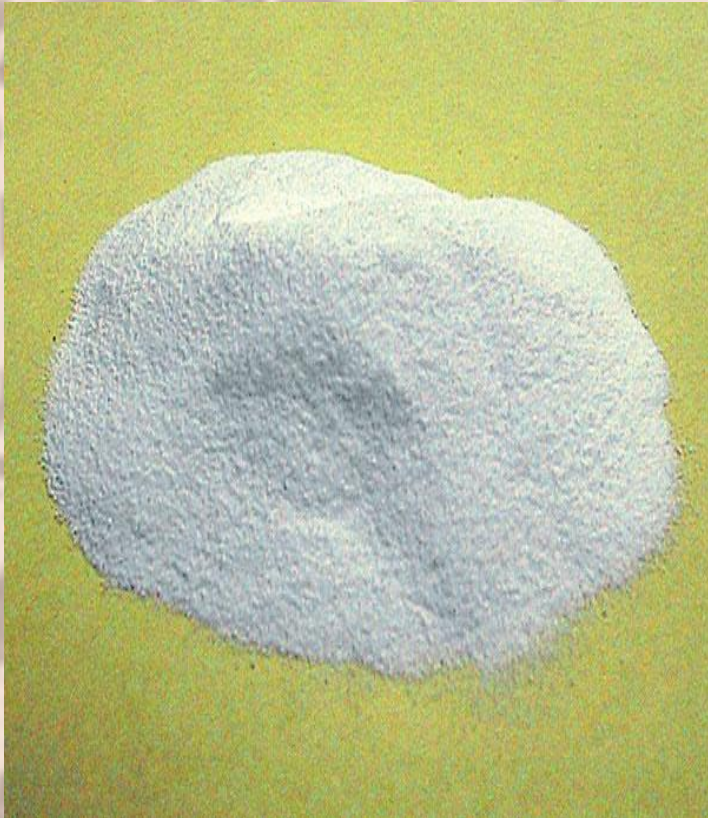


Окно рентгенозащитное

**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*

**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.



# Стронций и Барий

**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.

**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.

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



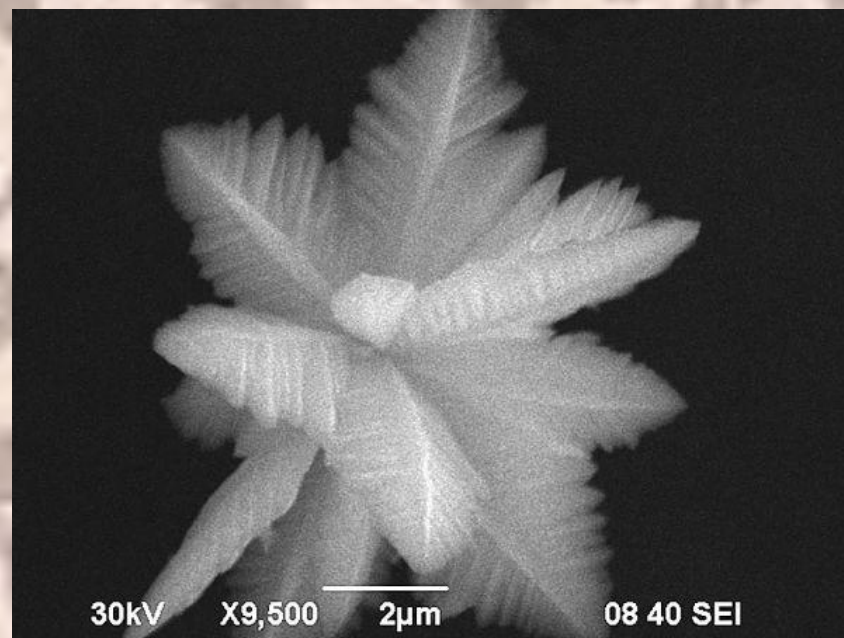


# Тяжелые металлы

Наименование металла	Символ	Номер	Атомная масса	Плотность г/см <sup>3</sup>	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

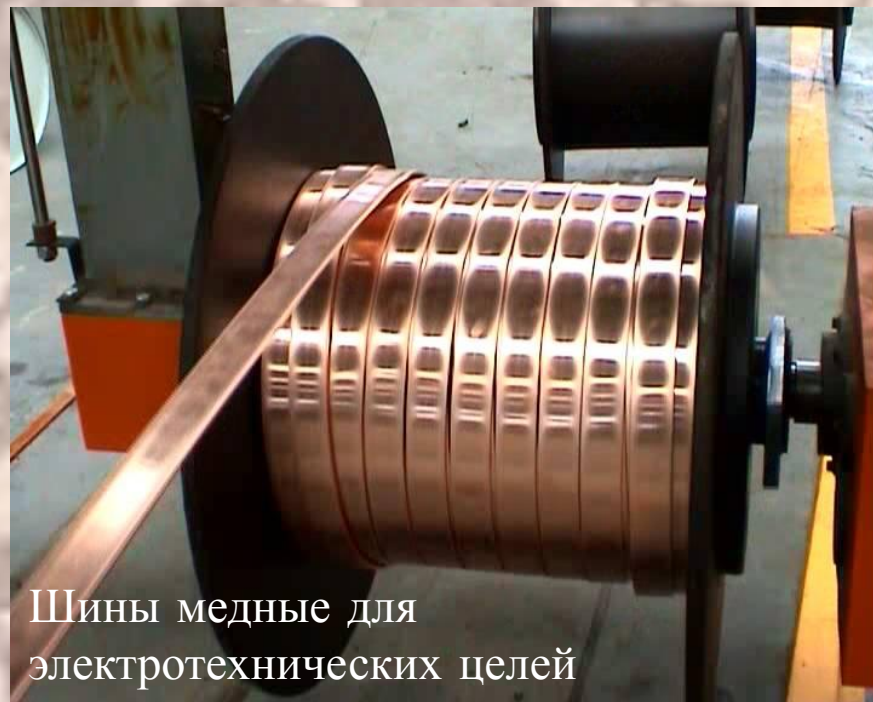
**Никель** – металл серебристо-белого цвета с синеватым оттенком, на воздухе не изменяется. Сплавы никеля с железом, хромом, медь. Обладают механической прочностью, антикоррозионными, магнитными, жаропрочными свойствами.



Никель и сатин

# 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

# Олово

**Олово** –при температуре выше 13,2о 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.

# 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).

# ***Тугоплавкие металлы***

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



# 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

# Вольфрам

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



Нить накаливания

# Благородные металлы

Наименование Металла	Символ	Номер	Атомная масса	Плотность г/см <sup>3</sup>	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).

Арт В 11 Кувшин Вес 375 гр.  
Арт В 25 Стакан Вес 97,5 гр.лфт.



# 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, а также как катализатор в производстве серной и азотной кислот.



# Иридий

**Иридий** серебристо-белый жаростойкий и коррозионностойкий металл, применяемый для изготовления химической аппаратуры, эталонов метра и килограмма (90% платины и 10% иридия). Природный осмистый иридий используется в приборах, где требуется большая твердость и износостойкость.





# Рассеянные металлы

Наименование металла	Символ	Номер	Атомная масса	Плотность г/см <sup>3</sup>	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

**Таллий** – мягкий синевато-серый металл, все соединения которого ядовиты. С оловом и свинцом образует кислотоупорные и подшипниковые сплавы, применяется для оптических, сульфит таллия – для борьбы с грызунами в сельском хозяйстве.



# Селен

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



Рубиновое стекло получается путем введения в его состав селена

# Редкоземельные металлы

Наименование металла	Символ	Номер	Атомная масса	Плотность г/см <sup>3</sup>	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

**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.

# 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.



# Лантан

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



# Радиоактивные металлы

Технеций, прометий, полоний,  
уран, торий и трансурановые  
(нептуний, плутоний и др.)  
металлы, все изотопы  
которых радиоактивны.



Уран



Торий



Плутоний



# **Экспертиза металлов**

**Экспертиза металлов** на таможне осуществляется с помощью приборов экспресс-анализа, по наведенной радиоактивности после облучения.

На дисплее выдаются сведения о составе сплавов и их содержании в процентах.