

# **Редкие металлы**

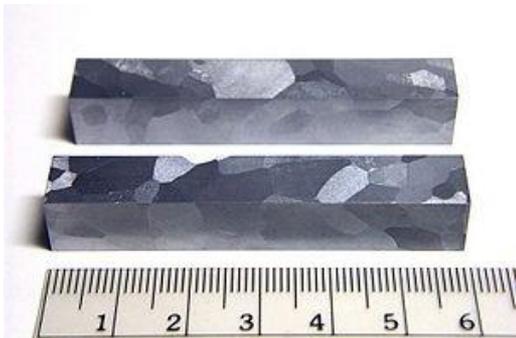
Лекция

# Классификация редких металлов

---

## □ К этой группе относятся:

- *тугоплавкие металлы* — молибден, вольфрам, ванадий, титан, ниобий, тантал и цирконий;
- *легкие* — стронций, скандий, рубидий и цезий;
- *радиоактивные* — уран, радий, торий, актиний и протактиний;
- *рассеянные и редкоземельные* — германий, галлий, гафний, индий, лантан, таллий, церий и рений.



# Производство

---

□ Редкие металлы содержатся в небольших концентрациях в рудах сложного состава (например, Ti-Nb-Ta-редкоземельные, молибдено-рубиневые).

□ *В технологии получения редких металлов можно выделить следующие стадии:*

1. Разложение рудных концентратов (растворами кислот, щелочей, и др.)
2. Получение чистых соединений (оксиды, хлориды, фториды)
3. Получение металлов технической чистоты
4. Рафинирование металлов
5. Получение слитков, заготовок, изделий



# Легкие металлы

---

- Лёгкие металлы, металлы, обладающие малой плотностью. К ним относятся Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Ti, Rb, Sr, Cs, Ba и др. Лёгкие металлы широко распространены в природе (более 20% по массе). Вследствие высокой химической активности они встречаются только в виде весьма прочных соединений.
- Основные способы получения легких металлов — электролиз расплавленных солей, металлотермия и электротермия.
- Лёгкие металлы применяются главным образом для производства лёгких сплавов.
- Важнейшие лёгкие металлы — алюминий, магний, титан, бериллий, литий.



# Бериллий

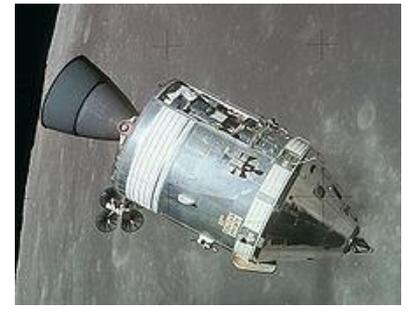
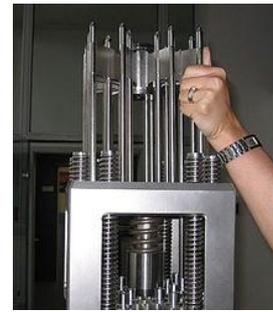
- ❑ **Бериллий** — простое вещество бериллий относительно твёрдый металл светло-серого цвета. Плотность  $1,848 \text{ г/см}^3$ ,  $T_{\text{пл}} 1551 \text{ К}$
- ❑ Распространенные бериллиевые минералы: берилл, хризоберилл, берtrandит, фенакит, гельвин, даналит.
- ❑ В настоящее время бериллий получают, восстанавливая его фторид магнием:  $\text{BeF}_2 + \text{Mg} = \text{Be} + \text{MgF}_2$ , либо электролизом расплава смеси хлоридов бериллия и натрия. Исходные соли бериллия выделяют при переработке бериллиевой руды.
- ❑ **Применение:** легирование сплавов, рентгентехника, ядерная энергетика, аэрокосмическая техника, ракетное топливо, огнеупорные материалы.
- ❑ **ЯДОВИТ!**



# Тугоплавкие металлы

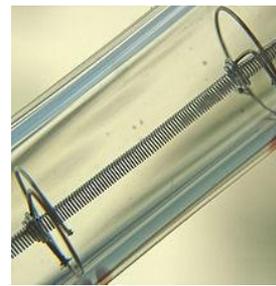
---

- *Тугоплавкие металлы* — класс химических элементов (металлов), имеющих очень высокую температуру плавления и стойкость к изнашиванию. Все они имеют температуру плавления выше  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , химически относительно инертны и обладают повышенным показателем плотности.
- Тугоплавкие металлы и их сплавы используются в качестве конструкционных материалов также в машиностроении, морском судостроении, электронной, электротехнической, химической, атомной промышленности и в др. отраслях техники.



# Металлургия вольфрама

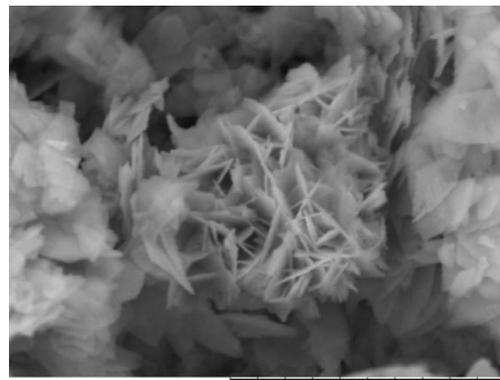
- Вольфрам (англ. Tungsten) — твёрдый серый переходный металл. Главное применение — как основа тугоплавких материалов в металлургии. Крайне тугоплавок, при стандартных условиях химически стоек.
- Плотность  $19,3 \text{ г/см}^3$
- Температура плавления  $3380 \text{ }^\circ\text{C}$
- Процесс получения вольфрама имеет несколько стадий. Исходным сырьем являются два минерала - вольфрамит  $(\text{Fe, Mn})\text{WO}_4$  и шеелит  $\text{CaWO}_4$ . Богатые вольфрамовые руды обычно имеют в своем составе 0,2 - 2 % вольфрама.



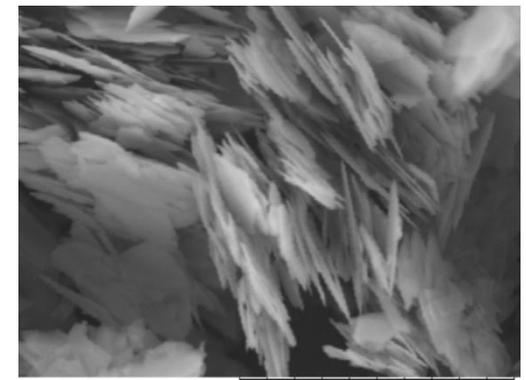
# Порошковая металлургия

---

□ *Порошковая металлургия* — технология получения металлических порошков и изготовления изделий из них (или их композиций с неметаллическими порошками). В общем виде технологический процесс порошковой металлургии состоит из четырех основных этапов: (1) производство порошков, (2) смешивание порошков, (3) уплотнение (прессование, брикетирование), (4) спекание.



TM-1000\_0598 2008.06.07 14:34 L 10 um

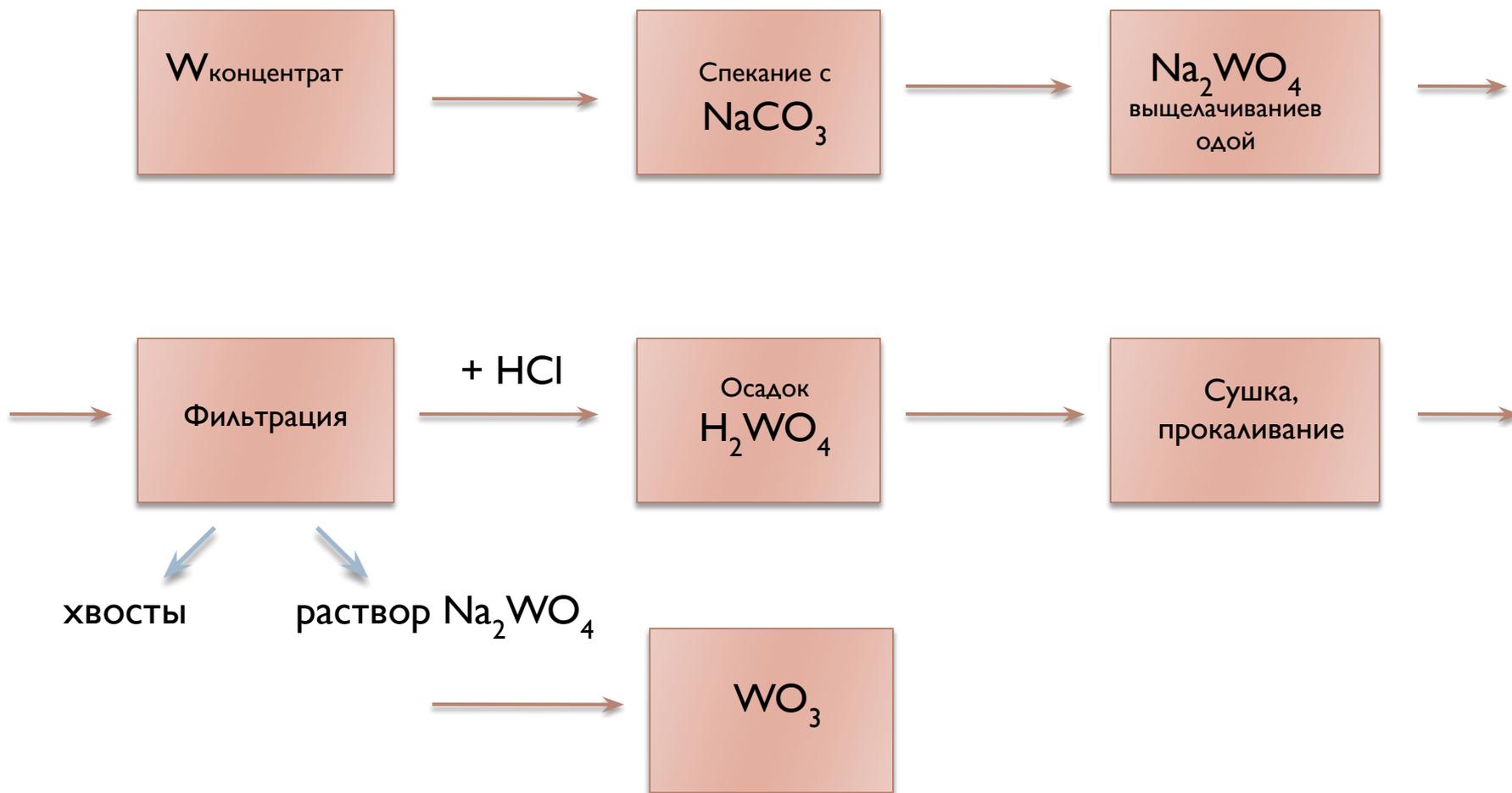


TM-1000\_0596 2008.06.07 14:30 L 10 um



# Схема производства:

---



# Этапы производства вольфрама:

---

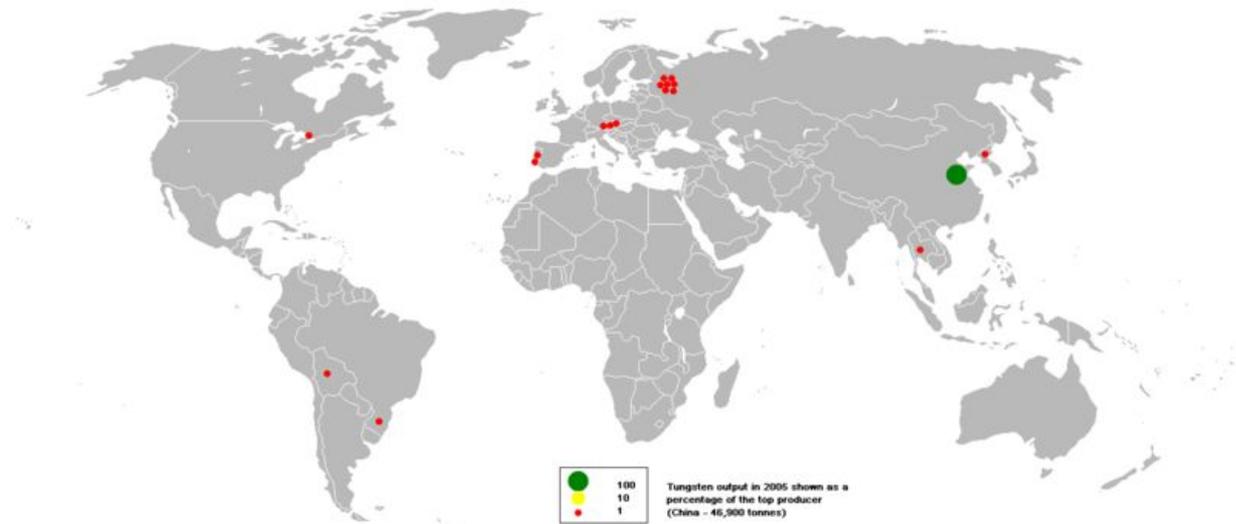
- 1. Обогащение вольфрамовой руды.** Оно производится с помощью гравитации, флотации, магнитной или электростатической сепарации. В результате обогащения получают вольфрамовый концентрат, содержащий 55 - 65 % ангидрида (трехокси) вольфрама  $WO_3$ . В вольфрамовых концентратах контролируется содержание примесей - фосфора, серы, мышьяка, олова, меди, сурьмы и висмута.
- 2. Получение трехокси (ангидрида) вольфрама  $WO_3$ ,** который служит исходным сырьем для производства металлического вольфрама или его карбида. Для этого необходимо выполнить ряд действий, таких, как разложение концентратов, выщелачивание сплава или спекая, получение технической вольфрамовой кислоты и др. В итоге должен получиться продукт, содержащий 99,90 - 99,95 %  $WO_3$
- 3. Получение вольфрамового порошка.** Чистый металл в виде порошка может быть получен из ангидрида вольфрама  $WO_3$ . Для этого проводят процесс восстановления ангидрида водородом или углеродом. Восстановление углеродом применяется реже, так как при данном процессе  $WO_3$  насыщается карбидами, что делает металл более хрупким и ухудшает обрабатываемость.
- 4. Получение компактного вольфрама.** Компактный вольфрам, как правило, в виде слитков является заготовкой для производства полуфабрикатов, таких, как проволока, прутки, лента и так далее.



# Технологии получения металлического вольфрама:

---

1. Восстановление  $WO_3$  водородом
2. Восстановление галогенидов отходы+  $Cl, F = WCl_3$
3. Металлотермическое восстановление оксидов
4. Термическая диссоциация карбониллов
5. Электролитическое получение в расплавленных средах



# Основные направления применения вольфрама:

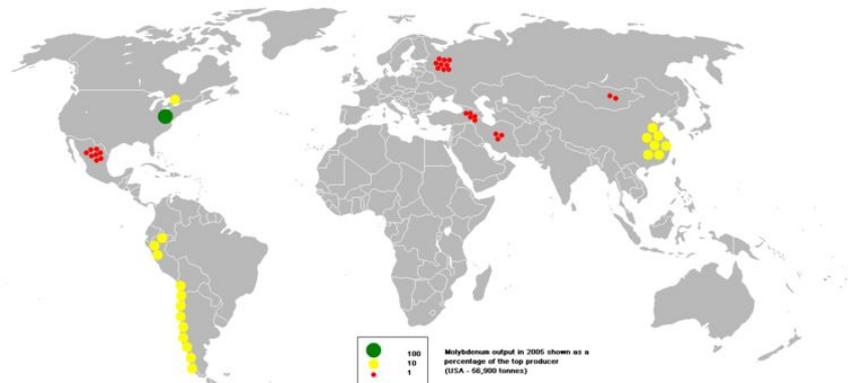
---

1. Специальные стали
2. Твердые сплавы на основе карбида вольфрама
3. Жаропрочные и износостойкие сплавы
4. Контактные сплавы и “тяжелые сплавы”
5. Электровакuumная и электроосветительная техника
6. Сварочные электроды



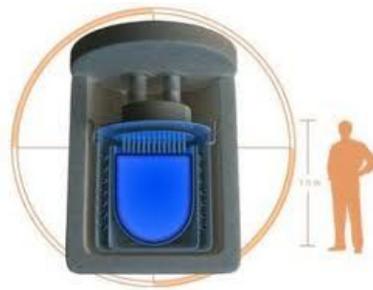
# Молибден

- *Молибден* - ковкий переходный металл серо-стального цвета в компактном состоянии и черно-серого - в диспергированном.
- Плотность при 20°C, г/см<sup>3</sup> 10,2
- Температура плавления, °C 2610
- Содержание в земной коре  $3 \cdot 10^{-4}\%$  по массе. В свободном виде молибден не встречается. Известно около 20 минералов молибдена. Важнейшие из них: молибденит  $\text{MoS}_2$ , повеллит  $\text{CaMoO}_4$ , молибдит  $\text{Fe}(\text{MoO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  и вольфенит  $\text{PbMoO}_4$ .



# Молибден

- Молибден применяют в качестве легирующей добавки к различным сплавам, в том числе к высококачественным сталям.
- Молибден и молибденовые сплавы используются в деталях, длительно работающих в вакууме до  $1800^{\circ}\text{C}$  (в соплах ракет и в электровакуумных приборах), как конструкционный материал в энергетических ядерных реакторах, для изготовления оборудования, работающего в агрессивных средах, для обшивки головных частей ракет и самолетов.
- В чистом виде молибден применяют в виде ленты или проволоки, в качестве нагревательных элементов электропечей, работающих в атмосфере водорода при температурах до  $1600^{\circ}\text{C}$ .
- Соединения молибдена — сульфид, оксиды, молибдаты — являются катализаторами химических реакций, пигментами красителей, компонентами глазурей.



# Радиоактивные металлы

- *Радиоактивные металлы* - это такие металлы, которые обладают способностью превращаться в другие химические элементы, испуская при этом различные частицы. Свойство самопроизвольного испускания подобного излучения получило название радиоактивности.
- Уран и плутоний используют как делящийся материал в атомных реакторах и в ядерном оружии. Некоторые радиоактивные элементы применяют для изготовления атомных электрических батареек со сроком непрерывной работы до нескольких лет.

