

Металлургия благородных металлов

Лекция № 1

Предмет и задачи металлургии благородных
металлов; свойства и минералы благородных
металлов

Лектор старший преподаватель кафедры цветных металлов и золота, кандидат технических наук Сельницын Роман Сергеевич

Рекомендуемая литература

№ п/п	Автор	Наименование	Изда-тельство	Год издания
1а	Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С.	. Metallургия благородных металлов: Учебник. В 2-х кн	М.:МИСиС., Издательский дом «Руда и Металлы» – 824с.	2005

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1б	Стрижко Л.С., Урусова С.М., Божко Г.Г.	Metallургия благородных металлов: Лабораторный практикум	М.:Издательство МИСиС – 65с.	2005г
2б	Стрижко Л.С.	Metallургия золота и серебра: Учебное пособие	М.:Издательство МИСиС– 336с.	2001г.
3б	Под редакцией Чугаева Л.В.	Metallургия благородных металлов: Учебник.	М.:Издательство «Metallургия». – 432с	1987г.
4б	Рудаков В.В., Смирнов А.П..	Золото России	М.: Издательство «Кругозор-наука». – 279с.	2006г.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВОЙСТВАХ, ПРИМЕНЕНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

К благородным металлам относятся золото, серебро, платина и платиноиды – палладий, осмий, иридий, рутений и родий.

Благородные металлы по сравнению с другими металлами имеют более высокую химическую устойчивость в различных средах и в первую очередь в отношении образования кислородных соединений. Теплопроводность и электропроводность серебра выше всех металлов, за ним следуют медь, золото и др. Платина обладает низкой электропроводностью. Золото, серебро и платина – высокопластичные и ковкие металлы. Они хорошо прокатываются в тонкие листы, протягиваются в тонкую проволоку и штампуются. Золото и серебро сравнительно легкоплавкие. Осмий, иридий, рутений, родий, палладий обладают высокой механической прочностью, твердостью (твердость первых трех близка к закаленной стали), высокой температурой плавления (тугоплавкие) и кипения.

По плотности, атомному числу, атомной массе платиновые металлы являют две триады, которые, в свою очередь, вместе с золотом и серебром образуют две подгруппы благородных металлов:

- тяжелые платиновые металлы (осмий, иридий, платина) совместно с золотом;
- легкие платиновые металлы (рутений, родий, палладий) совместно с серебром

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВОЙСТВАХ, ПРИМЕНЕНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Для благородных металлов характерна высокая стойкость по отношению к химическим реактивам, которая, однако, проявляется по разному.

По мере возрастания химической устойчивости благородные металлы могут быть расположены в следующем порядке:

- наименее устойчивые: серебро, палладий, осмий;
- устойчивые: платина, золото;
- весьма устойчивые: рутений, родий;
- наиболее устойчив иридий.

Золото растворяется только в царской водке (смесь азотной и соляной кислот в объемном соотношении 1:3) и в растворах цианидов щелочных металлов.

Серебро легко растворяется в концентрированной азотной и горячей серной кислотах, а также в растворах цианидов щелочных металлов. По отношению к щелочам золото и серебро устойчивы. Все их химические соединения легко восстанавливаются до металла. При воздействии кислот на металлы платиновой группы при обычных температурах никаких соединений не образуется. При повышенной температуре и в дисперсном состоянии платиновые металлы химически менее устойчивы, причем по отношению к различным реагентам ведут себя неодинаково.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВОЙСТВАХ, ПРИМЕНЕНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Широкое применение в современной технике и в быту благородных металлов и их сплавов связано в первую очередь с химической и коррозионной стойкостью, высокими электропроводностью и теплопроводностью, способностью к катализу, специфическими магнитными свойствами, высокой отражательной способностью, термоэлектрическими свойствами и др. Из благородных металлов и сплавов изготавливают припои, электроконтакты, термосопротивления, термодпары, фильтры для искусственного волокна, постоянные магниты, нагреватели лабораторных печей, химическую посуду, антикоррозионные покрытия на других металлах, медицинский инструмент, катализаторы, зубные протезы, ювелирные, наградные и другие изделия промышленного и бытового назначения. Золото, сохраняя с давних времен роль денежного эквивалента, в чистом виде применяется в относительно небольших количествах в медицине, для золочения и изготовления разрывных контактов. Ос новную часть золота используют в виде сплавов. Наиболее широкое распространение имеют золотые сплавы в ювелирной технике. К ювелирным сплавам золота относятся его сплавы с медью и серебром, а также с добавками платины, палладия, цинка, олова и других металлов. В зубопротезной практике применяют сплавы золота с медью, серебром, платиной, кадмием и цинком. Состав сплавов золота (серебра, платины) с другими металлами часто характеризуется пробой, которая выражается числом частей благородного металла в 1000 частях (по массе) сплава. Так, для ювелирных золотых сплавов характерны пробы 375 (37,5 %), 500, 585, 750 и 916. В рудах и концентратах концентрация благородных металлов выражается в граммах на тонну сырья.

СЫРЬЕ И МИНЕРАЛЫ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

Источниками получения металлического золота являются:

- 1) собственно золотосодержащие руды;
- 2) полиметаллические золотосвинцово-цинковые и платиномедно-никелевые сульфидные руды;
- 3) вторичное сырьё – промышленный и бытовой золотосодержащий лом и отходы.

Золотосодержащие месторождения разделяются **на два вида**:

- россыпные, в которых золото присутствует в свободном виде среди обломочных рыхлых отложений (песков);
- коренные, которые содержат золото в свободном или связанном состоянии в твердых кристаллических породах.

В полиметаллических рудах носителями золота служат многие сульфидные минералы, особенно такие, как пирит, халькопирит и галенит.

Золотосодержащие руды – это вкрапленные породы, содержащие вкрапления металлического золота, его селенидов и теллуридов в различных горных породах, чаще всего в кварце или сульфидах.

Золотые руды коренного типа залегают в массивах горных пород первичного происхождения преимущественно в виде жил. В результате вторичных геологических превращений (выветривание) рудные массивы превращаются в россыпи, в которых золотины в значительной степени отделены от сопутствующих минералов.

СЫРЬЕ И МИНЕРАЛЫ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

По содержанию полезных компонентов золотосодержащие руды подразделяются следующим образом:

- золотые;
- золотопиритные;
- золотомышьяковые;
- золотосеребряные;
- золотомедные;
- золотосурьмяные;
- золотоурановые;
- золотополиметаллические, содержащие, кроме золота, еще два и более промышленных компонента (медь, свинец, цинк, серебро, пирит, барит и др.);
- золотокварцевые, если в руде содержится не менее 60 % кварца и не более 12 % глинозема. В такой руде промышленную ценность представляют оба компонента – золото и кварц – и она может быть использована в качестве флюса на пиromеталлургических заводах

СЫРЬЕ И МИНЕРАЛЫ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

По степени окисления руды бывают:

- первичные (сульфидные), имеющие наибольшее промышленное значение и содержащие до 80–90 % сульфидов металлов;
- окисленные. В них содержатся в основном оксиды железа, а также оксиды других металлов. К ним относятся также шламистые и глинистые руды;
- частично окисленные (смешанные), содержащие наряду с сульфидными окисленные минералы железа и других металлов.

По крупности частиц золото можно разделить на следующие технологические виды:

- а) очень крупное – размер золотин 1...5 мм; золотины крупнее 5 мм называют самородками. Извлекается методами гравитационного обогащения;
- б) крупное – частицы крупнее 0,1 мм (≥ 100 мкм), до 1 мм, сравнительно легко освобождающиеся при измельчении от связи с рудными минералами (свободное золото) и извлекаемые методом гравитационного обогащения;
- в) мелкое – размер вкраплений от 0,1 до 0,001 мм (от 100 до 1 мкм) – при измельчении частично освобождается, частично остается в сростках с минералами; свободное золото хорошо флотировается и быстро растворяется при цианировании, но трудно извлекается гравитационным обогащением; мелкое золото в сростках хорошо извлекается цианированием, а при флотации извлекается вместе с вмещающими минералами;
- г) тонкодисперсное – размер частиц меньше 0,001 мм (< 1 мкм) – при измельчении вскрывается незначительно. В процессе гравитационного и флотационного обогащения такое золото извлекается вместе с минералом-носителем (вмещающим). Цианированием тонкодисперсное золото извлекается лишь после разложения сульфидов (обжиг, автоклавное окисление). Золото из плотных несulfидных минералов можно извлечь только плавкой. Если тонкодисперсное золото заключено в пористых несulfидных минералах (гидроксидах железа, карбонатах), то оно выщелачивается цианированием даже из грубо измельченного материала;
- д) субмикроскопическое – размер частиц меньше 0,1 мкм – ведет себя аналогично тонкодисперсному золоту.

МИНЕРАЛЫ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

Основная масса золота в природе находится в виде самородков (золотин).

Самородное золото состоит из сплава и соединений его с серебром (10–20 %), медью, железом, теллуrom, селеном, а иногда с висмутом, платиной, иридием и родием. Содержание золота в природных золотилах обычно составляет 750–800 проб.

Форма золотин разнообразна: они могут быть пластинчатыми, округлыми или палочковидными. Только два вида минералов золота представляют химические соединения – теллуриды и селениды золота. Наиболее распространен калаверит AuTe_2 . Подобно золоту, серебро встречается в самородном виде (содержит 10–20 % золота) и чаще в виде минералов серебра, представляющих собой химические соединения.

Серебро в основном находится в сернистых соединениях в виде сульфосолей или высокодисперсных включений сернистого серебра в кристаллы свинцового блеска.

В отличие от золота поверхность самородного серебра подвергается довольно значительным видоизменениям. Под влиянием света и окислителей оно нередко покрывается тонкой черной пленкой, состоящей из оксида и гидрата оксида серебра или из дисперсного металлического серебра, образующегося при распаде химических соединений. Эта пленка весьма тонкая и придает серебру желтоватый, золотистый оттенок.

МИНЕРАЛЫ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

Из числа минералов серебра (известно более 60) – химических соединений – следует отметить следующие:

– роговое серебро, или кераргирит AgCl – встречается в окисленных рудах и легко поддается извлечению цианированием и амальгамацией;

– серебряный блеск, или аргентит Ag_2S – встречается в сульфидных рудах и поддается извлечению цианированием при соблюдении специальных условий;

– сульфидные минералы:

а) стефанит $5\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$;

б) пираргирит $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$;

в) прустит $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$;

г) дискразит Ag_3Sb_2 ,

образующие значительные рудные месторождения, серебро которых с трудом поддается извлечению цианированием;

– полибазит $9(\text{Ag}_2, \text{Cu})\text{S} \cdot (\text{Sb}, \text{As})_2\text{S}_3$, тетраэдрит $3(\text{Cu}, \text{Ag})_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$ – не поддаются непосредственному цианированию (без обжига);

– аргентоярозит $\text{AgFe}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$ – встречается в рудах вторичного происхождения (железные шляпы и др.) и поддается извлечению цианированием только после предварительного хлорирующего обжига; при флотации он в значительной части теряется в хвостах;

– теллуриды и селениды серебра (например, Ag_2Te – гессит).

МИНЕРАЛЫ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

К основным минералам **платиновой группы** относятся:

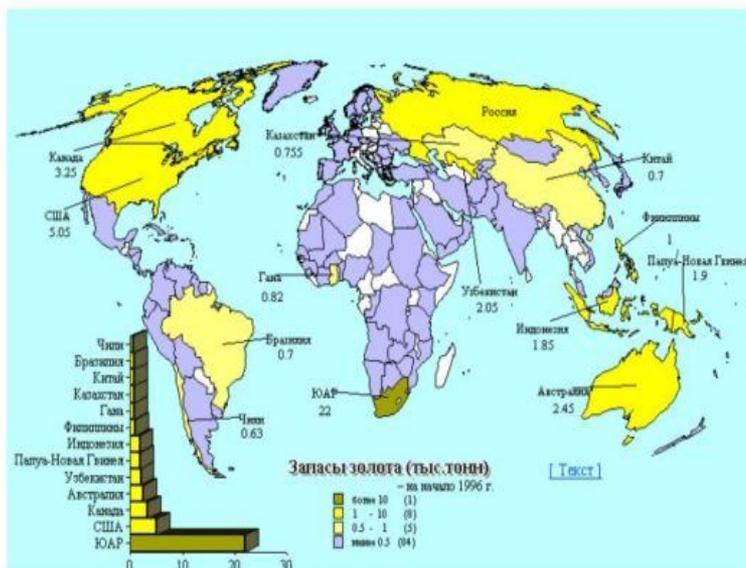
- купроплатина – 5–13 % Cu, 13–17 % Fe;
- никелистая платина – 3 % Ni, 13,6 % Fe;
- брэггит (Pt, Pd, Ni)S;
- палладистая платина – 7–37 % Pd;
- иридистая платина – 30 % Ir;
- самородный иридий (Урал) – до 20 % Pt;
- самородная платина (частицы от мелкой пыли до 30...50 мкм).

Масса наиболее крупного самородка, найденного на Урале, составляет 9 кг):

- 1) маложелезистая – содержание Fe менее 6 %;
 - 2) поликсен – содержание Fe 6–10 %;
 - 3) железистая или ферроплатина – содержание Fe 12–20 %;
- осмистый иридий – невьянский – до 44 % Ir, 20–45 % Os, до 0,5 % Ru, 7–12 % Pt, до 7,7 % Pd;
 - иридистый осмий – 65 % Ir, 31 % Os, до 20 % Pt, 13 % Rh, 9 % Ru;
 - иридистый осмий (сыссертскит) – 17 % Ir, 68 % Os, 8,9 % Ru, 4,5 % Rh, до 0,2 % Pt.

Запасы золота в мире

ЗАПАСЫ ЗОЛОТА В МИРЕ



Золотые резервы стран в тоннах и их доля в общем объёме национальных резервов

№ (2017)	Страна / Организация	2017
1	США	8133,5
2	Германия	3373,7
3	МВФ	2814,0
4	Италия	2451,8
5	Франция	2435,9
6	Китай	1842,6
7	Россия	1778,9
8	Швейцария	1040,0
9	Япония	765,2
10	Нидерланды	612,5

ТОП 10 стран по добыче золота в мире

- 1) Китай - **455** тонн
- 2) Австралия - **270** тонн
- 3) Россия - **250** тонн
- 4) США - **209** тонн
- 5) Канада - **170** тонн
- 6) Перу - **150** тонн
- 7) ЮАР - **140** тонн
- 8) Мексика - **125** тонн
- 9) Узбекистан - **100** тонн
- 10) Индонезия - **100** тонн

Производители серебра в мире

- 1) Мексика
- 2) Перу
- 3) Китай
- 4) Австралия
- 5) Россия
- 6) Боливия
- 7) Чили
- 8) Польша
- 9) США
- 10) Аргентина

ТОП 10 стран по добыче золота в мире

- 1) ЮАР
- 2) РОССИЯ
- 3) Зимбабве
- 4) США
- 5) Канада



Металлургия Благородных металлов

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!