Манукян Виктория Михайловна
Студентка 4 курса,специальность «Таможенное дело» Набережночелнинского университета КФУ(Филиал), РФ, г. Набережные Челны
Сагидуллин Ролан Ринатович
Студент 4 курса,специальность «Таможенное дело» Набережночелнинского университета КФУ(Филиал), РФ, г. Набережные Челны Студенты 4 курса,специальность «Таможенное дело» Набережночелнинского университета КФУ(Филиал), РФ, г. Набережные Челны
Научный руководитель: Недорезова Ольга Юрьевна
доцент, к.н., Набережночелнинский институт (филиал) КФУ, Высшая школа экономики и права, Отделение юридических и социальных наук, Кафедра конституционного, административного и международного права

ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛОВ

Аннотация: *Статья знакомит с исследованием благородных металлов. Анализ проведен на основе комплекса минералого-аналитических исследований.*

Ключевые слова: *благородные металлы; свойства; анализ.*

CHARACTERISTICS OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF PRECIOUS METALS

Abstract: *The article introduces the study of precious metals. The analysis is based on a complex of mineralogical and analytical studies.*

Keywords: *precious metals; properties; analysis.*

Все благородные металлы по применению условно можно разделить на 2 группы: металлы, которые применяются в ювелирке и стоматологии (сплавы на основе золота), и металлы для применения в промышленности (металлы платиновой группы).

Но между ними нет четкой линии разграничения, т.к. из золота и серебра могут изготавливать детали автомобилей, а сплавы на основе иридия и платины иногда применяют при изготовлении игл для шприцев в медицине.

Если говорить про первую группу, то они не представляют особого интереса с точки зрения материаловедения. Это либо однородные твердые растворы, либо механические смеси из нескольких твердых растворов. К таким металла относятся золото (Au), серебро (Ag) и их сплавы системы Au-Ag-Cu. В основном применяются сплавы следующих проб 375, 585 (583 по стандартам СССР), 750.

Сплавы 9xx-999 пробы практически не применяются в качестве самостоятельного конструкционного материала. Проба сплава показывает долю золота в сплаве, т.е в сплаве 585 пробы содержится 58,5% золота, а остальное серебро и медь.

При повышении пробы сплава повышается коррозионная стойкость, но снижается прочность и износостойкость. Это обусловлено изменением количественного состава металлов в сплаве - золото повышает коррозионную стойкость, а медь твердость. Самыми оптимальными свойствами обладают сплавы 585 (583) пробы, при соотношении серебра и меди примерно 1:1, поэтому сплавы этой пробы самые распространенные в ювелирной промышленности.

Благородные металлы получили такое название из-за высокой коррозионной стойкости в атмосфере, воде и некоторых других средах. Некоторые из этих металлов имеют достаточно высокую температуру плавления и плотность. Все металлы имеют относительно высокую стоимость, но она конечно же ничтожно мала по сравнению с **самым дорогим металлом**

в мире калифорнием. В таблице ниже приведены их физические и механические свойства.

Таблица 1

Физические и механические свойства благородных металлов.

Металл	Плотность, г/см3	Твердость, HB	Тпл, °C	Температура окисления, °C
Рутений Ru	12,5	200	2310	100
Родий Rh	12,4	50	1960	600
Палладий Pd	12,2	30	1550	600-800
Серебро Ag	10	20	960,5	-
Осмий Os	22,5	350	3050	18-20
Иридий Ir	22,6	150	2443	600-700
Платина Pt	21,6	30	1769	-
Золото Au	19,6	18	1063	-

Благородные металлы широко применяются в промышленности. Из платино-родиевого сплава (90%Pt - 10Rh) изготавливают высокотемпературные термопары, которые могут работать вплоть до 1700°C. Из сплава на основе платины делают наконечники кислородных зондов для контроля атмосферы защитной среды в печах термической обработки. Сплавы на основе палладия, иридия, серебра применяются в контактах ответственных электронных изделий. Если от детали требуется высокая износостойкость и твердость, то применяют сплав осмия и иридия.

Если открыть руководство по эксплуатации автомобиля, то практически в каждом из них можно найти информацию о том, в каких узлах и в каком количестве используются драгоценные металлы.

В основном в автомобилях применяются чистые металлы: серебро, золото, палладий и платина. Так, по данным руководства по эксплуатации автомобилей LADA 110 от 2007 года, в автомобилях десятого семейства применяется 0,103 грамма палладия, менее 0,1 грамма золота и более 3-х грамм серебра. В основном эти металлы используют в контактах и

проводниках при производстве реле, прерывателей, датчиков или блоков управления.

В автомобилях ГАЗ, например в модели 2217, не применяется палладий, но применяется около 0,1 грамма платины и более 5 грамм серебра. Еще больше драгоценных металлов применяется при производстве КАМАЗов.

Современные технологии изучения минерального состава, строения и свойств сырьевых объектов, в том числе руд цветных металлов, базируются на последних достижениях науки и техники (развитие информационных компьютерных технологий, создание новых поколений аналитической аппаратуры, развитие нанотехнологий и пр.), технической и информационной совместимости методов исследования. Постоянно возрастающая интеграция России в мировую экономическую систему делает необходимым соблюдение международных стандартов и норм при выполнении измерений.

Главными требованиями, предъявляемыми сегодня к минералого-аналитической информации о составе и строении руд являются полнота и комплексность, достоверность и точность, оперативность и своевременность получения результатов, объективность и сопоставимость, унификация и стандартизация, систематизация, непрерывность получения и сохраняемость информации, «конструктивность» (необходимая достаточность объема и видов исследований), соотнесенная с конечными целями, экономическая целесообразность.

Руды цветных и благородных металлов, на протяжении многих лет являющиеся объектами минералогического и технологического изучения ВИМСа, нередко являются комплексными. Поэтому для получения необходимой информации об их составе и строении требуется применение комплекса современных минералогоаналитических методов исследования.

Современный комплекс минералого-аналитических исследований включает в себя высокоразрешающую оптическую (в том числе автоматический анализ изображений) и электронную микроскопию,

рентгенографию, вычислительную рентгенотомографию, магнитометрию, мессбауэровскую и инфракрасную спектроскопию, электронный парамагнитный резонанс, люминесценцию, термический и микрорентгеноспектральный анализы.

Определение физических свойств минералов имеет важное значение в поисковой минералогии, так как свойства минералов (микротвердость, термоЭДС, плотность и др.) нередко являются типоморфными. Не менее важно знание физических и физико-химических (технологических) свойств минералов при выборе наиболее эффективных способов обогащения руд цветных и благородных металлов.

Для обеспечения достоверности и сопоставимости получаемых результатов анализов необходимо дальнейшее развитие и стабильное функционирование системы управления качеством минералогических исследований. Система управления качеством минералогических работ включает стандарты, регламентирующие контроль качества измерений на всех этапах, порядок разработки и аттестации методик количественного анализа, методики массовых анализов минералов, руд и горных пород, разработку средств метрологического контроля, в том числе стандартных образцов фазового состава и свойств минералов (СОФС).

Рассмотрим 3 вида благородных металлов и их свойства:

1) Золото – металл желтого цвета (тонколистовое сусальное золото имеет зеленоватый оттенок), химически устойчиво на воздухе, в воде и кислотах. Из чистых кислот золото растворяется только в концентрированной селеновой кислоте при 200 °С.

Золото сравнительно легко реагирует с кислородом и другими окислителями при участии комплексообразователей. Так, в водных растворах цианидов при доступе кислорода золото растворяется, образуя цианоаураты:

$4Au + 8CN^{-} + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4[Au(CN)_2]^{-} + 4OH^{-}$

Цианоаураты легко восстанавливаются до чистого золота:

$2Na[Au(CN)_2] + Zn \rightarrow Na_2[Zn(CN)_4] + 2Au$.

Кроме того, золото растворяется в хлорной воде и легко реагирует с жидким бромом и его растворами в воде и органических растворителях, образуя трибромид $AuBr_3$. С фтором золото реагирует в интервале температур 300...400 °С, при более низких реакция не идет, а при более высоких фторидах золота разлагаются.

Золото также растворяется в ртути, образуя легкоплавкий сплав (амальгаму), содержащий интерметаллиды золото – ртуть.

Золото и его свойства достаточно глубоко изучены. Атомный номер золота 79, атомная масса 196,97, атомный объем 10,2 см3 /моль. Имеет гранецентрированную кубическую кристаллическую решетку, не претерпевает аллотропических превращений. При 0 °С параметр решетки а = 4,07 Å (0,407 нм).

Золото – очень тяжелый металл: плотность чистого золота равна 19,32 г/см³ (шар из чистого золота диаметром 46,237 мм имеет массу 1 кг). Среди металлов по плотности занимает седьмое место после осмия, иридия, рения, платины, нептуния и плутония. Сопоставимую с золотом плотность имеет вольфрам (19,25).

Золото имеет высокую отражательную способность, хорошо полируется и обладает высокой пластичностью – прокатывается в листы толщиной до 0,0001 мм. Тепло- и электропроводность золота ниже, чему меди. В ювелирном деле из-за высокой прочности и твердости золото используют в виде сплавов с другими металлами и очень редко в чистом виде. Химический состав золота представлен в ГОСТ 6835–2002 «Золото и сплавы на его основе. Марки».

Золото, как и другие чистые металлы, в обычном структурном состоянии обладает низкой прочностью и не обеспечивает во многих случаях требуемых технологических и эстетических свойств, поэтому применяется сравнительно редко. Наиболее широко используются его сплавы.

Следует отметить, что понятие «чистый металл» весьма условное. Под термином «чистый металл» понимают металл чистотой 99,99...99,999 %.

Во всех остальных случаях подразумевается технически чистый металл с малым количеством примесей (99,5...99,9 %), получаемый обычным заводским способом.

Сплавы получают сплавлением или спеканием двух или более металлов, или металлов с неметаллами. Химические элементы, образующие сплав, называют компонентами. Сплав может состоять из двух или большего число компонентов.

Основными легирующими компонентами для золотых ювелирных сплавов являются такие металлы, как серебро, медь, платина и металлы платиновой группы, никель, цинк и т. д.

Желтый цвет чистого золота объясняется характером его отражательной способности в видимой части спектра. Легирование золота другими элементами изменяет его оптические свойства и, следовательно, цвет. В ювелирной промышленности для изготовления золотых изделий используют в большинстве случаев сплавы системы золото – серебро – медь, которые могут содержать добавки других металлов: никеля, палладия, цинка, платины. Добавка меди придает сплаву красноватый оттенок, серебра – зеленоватый, а при содержании серебра более 25 % цвет сплава становится грязнобелым. Легирование палладием придает сплаву белый цвет.

Легирующие элементы не только изменяют цвет золотых сплавов, но и оказывают существенное влияние на их прочность, твердость и химическую стойкость. Золотые сплавы 750-й пробы делятся на цветные и белые. Технологические и декоративные свойства этих сплавов, представляющие собой тройную систему Au – Ag – Cu, зависят от соотношения меди и серебра в сплаве.

В диапазоне температур ниже солидуса эти сплавы представляют собой однородные твердые растворы. Интервал плавления всех сплавов 750-й пробы

составляет 20...25 °С. Это позволяет заключить, что соответствующей термической обработкой можно получить мягкие или твердые сплавы

Сплавы золота 583-й и родственной ей 585-й пробы обладают хорошими технологическими свойствами, имеют красивый внешний вид, высокие антикоррозионные и механические свойства.

Сплавы золота 585-й пробы приведены в соответствие с международным стандартом и имеют положительный ремедиум 5 единиц. Если на сплавах 583-й пробы концентрированная азотная кислота может оставлять мутный налет, то на сплавы 585-й пробы она не действует.

Наиболее легкоплавкими являются сплавы с атомной долей меди в пределах от 22 до 25 % с соотношением Ag/Cu = 1. Интервал затвердевания всех сплавов 583-й пробы остается сравнительно узким и не превышает 50 °С. После затвердевания структура сплава представляет собой однофазный твердый раствор.

Из сплавов 375-й пробы и родственной ей 333-й пробы на ювелирных предприятиях изготовляют дешевую продукцию массового назначения. Сплав 375-й пробы с палладием (последний состав) по коррозионным свойствам превосходит другие сплавы, но имеет плохие литейные свойства из-за большого температурного интервала плавления.

Наибольшую пластичность сплав 375-й пробы имеет при комнатной температуре. Сплавы с большим содержанием меди имеют красноватый оттенок, но по сравнению с медью более светлые. Среди сплавов с высоким содержанием меди только сплав состава 37,5 % Au, 2 % Ag, 52 % Cu, 8 % Sn, 0,5 % Co имеет желтый цвет.

Благодаря стойкости серебра против едких щелочей, уксусной кислоты и других веществ из него изготовляют аппаратуру для химических заводов, а также лабораторную посуду. Оно служит катализатором в некоторых производствах (например, окисления спиртов в альдегиды). Сплавы на основе серебра применяют также для изготовления ювелирных изделий, зубных

протезов, подшипников и др. Соли серебра используют в медицине и фотографии. Не так давно иодид серебра AgI в виде аэрозоля получил применение для искусственного вызывания дождя. Мельчайшие кристаллики иодида серебра, введенные в облако, служат центрами, на которых происходит конденсация водяного пара и слияние мельчайших капелек воды в крупные дождевые капли.

Золото применяют в виде сплавов, обычно с медью, в ювелирном и зубопротезном деле. Сплавы золота с платиной, очень стойкие против химических воздействий, используют для изготовления химической аппаратуры. Соединения золота применяют также в медицине и в фотографии.

Практические применения платиновых металлов обширны и разнообразны. Они используются в промышленности, приборостроении, зубоврачевании и ювелирном деле.

Стойкость против воздействия кислорода даже при высоких температурах, кислото- и жароупорность делают платину, родий, иридий ценными материалами для лабораторной и заводской химической аппаратуры. Тигли из радия, иридия применяют для работ с фтором и его соединениями или для работ при очень высокой температуре. Общая масса платиновых лодочек на одном из заводов, изготовляющих стеклянное волокно, составляет несколько сот килограммов. Из сплава 90% Pt + 10% Ir изготовлены международные эталоны метра и килограмма. В частях приборов, где требуется большая твердость и стой - кость против износа, используют природный осмистый иридий. Очень светлый и не темнеющий со временем сплав 80% Pd + 20% Ag применяют для изготовления шкал астрономических и навигационных приборов.

По способности отражать свет родий лишь немного уступает серебру. Он не тускнеет со временем, поэтому зеркальные поверхности астрономических приборов предпочитают покрывать родием. Для измерения температур до 1600°C служат термопары из тонких проволок - из платины и

из сплава 90% Pt+10% Rh. Более высокие температуры (до 2000°С) можно измерять термопарой из иридия и сплава 60% Rh + 40% Ir.

Платиновые металлы, а также их сплавы катализируют многие химические реакции, например окисление SO_2 в SO_3. Однако в настоящее время эти катализаторы заменяют другими веществами, более дешевыми.

Один из сильнейших ядов не имеющий запаха, - оксид углерода (II) CO - легко обнаружить, если внести в газовую смесь полоску фильтровальной бумаги, смоченную раствором хлорида палладия:

$PdCl_2 + CO + H_2O = CO_2 + 2HCl + Pd$

Вследствие выделения мелкораздробленного палладия бумага чернеет.

Сплавы платины и палладия, которые не темнеют со временем и не имеют привкуса, применяют в стоматологии. На научные и промышленные цели идет около 90% всех платиновых металлов, остальное - на ювелирное производство.

Орден "Победа" и орден Суворова 1-й степени изготовляют из платины.

Список литературы:

1. «Основы общей химии». Ю.Д. Третьяков, Ю.Г. Метлин. Москва «Просвещение» 2014.- 98 с.

2. «Общая химия». Н.Л. Глинка. Издательство «Химия», Ленинградское отделение 2016.- 74 с.

3. «Отчего и как разрушаются металлы». С.А. Балезин. Москва «Просвещение» 2015.- 77 с.

4. «Пособие по химии для поступающих в вузы». Г.П. Хомченко. 2016.- 98 с.

5. «Книга для чтения по неорганической химии». Часть 2. Составитель В.А. Крицман. Москва «Просвещение» 2014.- 98 с.

6. «Химия и научно-технический прогресс». И.Н. Семенов, А.С. Максимов, А.А. Макареня. Москва «Просвещение» 2016.- 97 с.