Нижнетагильский институт

Уральского государственного

технического университета

# РЕФЕРАТ

по металлургии

на тему:

***Благородные Металлы***

Преподаватель

Астафьев

**1998**

СОДЕРЖАНИЕ

1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА

2. СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

ЛИТЕРАТУРА

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Очень долгое время, почти до конца XVIII в., считалось, что существует всего 7 металлов: золото, серебро, ртуть, медь, железо, олово, свинец. Золото и серебро, не изменяющиеся при действии воздуха, влаги и высокой температуры, получили название совершенных, благородных металлов. Прочие же металлы, которые под действием воды и воздуха теряют металлический блеск, покрываясь налетом, а после прокаливания превращаются в рыхлые, порошкообразные «земли» или «окалины» (оксиды), были названы несовершенными, неблагородными.

Такое деление металлов нередко применяется и в наши дни, но с тем отличием, что к двум благородным металлам древнего мира и средневековья - золоту и серебру - на рубеже XVIII и XIX вв. прибавились платина и четыре ее спутника: родий, палладий, осмий, иридий. Рутений, пятый спутник платины, был открыт только в 1844 г.

Благородные металлы очень мало распространены в природе.

В природе благородные металлы встречаются почти всегда в свободном (самородном) состоянии. Некоторое исключение составляет серебро, которое находится в природе и в виде самородков, и в виде соединений, имеющих значение как рудные минералы (серебряный блеск, или аргентит Ag2S, роговое серебро, или кераргирит AgCl, и др.).

История благородных металлов - одна из самых интересных глав истории материальной культуры. По мнению многих ученых, золото было первым металлом, который человечество начало использовать для изготовления украшений, предметов домашнего обихода и религиозного культа. Золотые изделия были найдены в культурных слоях эпохи неолита (V-IV тысячелетия до н.э.).

И в древности, и в средние века основными областями применения золота и серебра были ювелирное дело и изготовление монет. При этом недобросовестные люди, как ремесленники, так и лица, стоявшие у власти, прибегали к обману, не гнушались сплавлением драгоценных металлов с более дешевыми - золота с серебром или медью, серебра с медью. Хорошо известен рассказ древнегреческого писателя Плутарха о том, как сиракузский царь Гиерон II поручил Архимеду узнать, нет ли примеси серебра в золотой короне, изготовленной по заказу царя.

Ученый, пользуясь открытым им законом, взвесил корону сначала на воздухе, а затем в воде и вычислил ее плотность. Она оказалась меньше, чем у чистого золота. Так был разоблачен корыстный ювелир.

Способ испытания золотых и серебряных изделий (особенно монет) на чистоту был известен уже в глубокой древности. Он состоял в сплавлении пробы металла со свинцом и затем в окислительном обжиге жидкого сплава в сосуде из пористого материала (костной золы). При этом свинец и другие неблагородные металлы окислялись. Расплавленная смесь оксида свинца PbO с другими оксидами всасывалась пористым материалом, а благородный металл оставался неокисленным. Зная массу взятой пробы и массу выделенного из него «королька» золота или серебра, определяли содержание благородного металла в пробе.

Совершенно очевидно, что Архимед не мог воспользоваться этим приемом для разрешения заданного ему вопроса; к тому же Гиерон II запретил повреждать корону. А пробирных игл в то время в Древней Греции не было, как не были известны и способы разделения золота и серебра.

*Пробирные иглы* изготовляют из золота и меди (или серебра и меди), взятых в различных отношениях, заданных заранее. На отполированной поверхности пробирного камня (черного кремнистого сланца) наносят черту сперва испытуемым изделием, затем пробирной иглой, наиболее близкой к нему по цвету, а потом иглами соседних составов. Сравнивая окраску всех этих черт, можно определить приблизительно содержание благородного металла в испытуемом предмете. Пробирные иглы применялись уже в Древней Индии. В Западной Европе появились около XIV в.

И в древности, и в средние века подделка золота и серебра была широко распространена. Несмотря на жестокие наказания, которые угрожали фальсификаторам монеты (начиная с отсечения кисти и кончая сожжением заживо), «проклятая страсть к золоту» брала верх. Та же страсть была движущей силой алхимии .

Называя главные моменты ранней стадии периода первоначального накопления капитала, К.Маркс прежде всего отмечает открытие золотых и серебряных рудников в Америке. Были найдены богатые месторождения золота в Мексике (1500), в Перу и Чили (1532), в Бразилии (1577). Серебряные руды были обнаружены во второй трети XVI в. в Мексике и Перу. В XVI в. большие количества золота и серебра стали поступать из Нового Света в Европу.

Первую в России золотую россыпь обнаружил весной 1724 г. крестьянин Ерофей Марков в районе Екатеринбурга. Ее эксплуатация началась только в 1748 г. Добыча уральского золота медленно, но неуклонно расширялась. В начале XIX в. были открыты новые месторождения золота в Сибири. С 1821 по 1850 г. в России было добыто 3293 т золота, т.е. почти в 3,9 раза больше, чем во всех остальных странах мира (893 т).

С открытием богатых золотоносных районов в США (Калифорния, 1848 г.; Колорадо, 1858 г.; Невада, 1859 г.; Аляска, 1890 г.), Австралии (1851), Южной Африке (1884) Россия утратила свое первенство в добыче золота, несмотря на то что были введены в эксплуатацию новые месторождения, главным образом в Восточной Сибири.

Добыча золота велась в России полукустарным способом, разрабатывались преимущественно россыпные месторождения. Свыше половины золотых приисков находилось в руках иностранных монополий. Самородная платина, по имеющимся данным, была известна в Древнем Египте, Эфиопии, Древней Греции и в Южной Америке. В XVIII в. испанские колонизаторы обнаружили в золотых россыпях в Колумбии самородки тяжелого тускло-белого металла, который не удавалось расплавить. Его назвали платиной (уменьшительное от исп. рlаtа - серебро). В 1744 г. испанский путешественник Антонио де Ульоа привез образцы платины в Лондон. Ученые очень заинтересовались новым металлом. В 1789 г. А. Лавуазье включил платину в список простых веществ. Но вскоре оказалось, что самородная платина содержит другие, еще неизвестные металлы.

В 1803 г. английский физик и химик У.Уолластон открыл в ней палладий, получивший свое название от малой планеты Паллады, и родий, названный так по розово-красному цвету его солей (от греч. rhodon - роза). В 1804 г. английский химик С.Теннант, исследуя остаток от растворения самородной платины в «царской водке» (смесь азотной и соляной кислот), нашел в нем еще два новых металла. Один из них - иридий - получил название вследствие разнообразия окраски его солей (от греч, iris - радуга). Другой был назван осмием по резкому запаху его оксида OsO4(от греч. osme - запах). Наконец, в 1844 г. профессор Казанского университета К.К. Клаус открыл еще один спутник платины - рутений (от лат. Rhuthenia - Россия).

Материалом для исследования К.К. Клауса служили остатки от аффинажа (очистки) уральской самородной платины. Она была открыта в золотоносных песках Верх-Исетского горного округа в 1819 г. Вскоре и в других местах было найдено «белое», «лягушечье» золото или «серебрецо». В 1823 г. В. В. Любарский показал, что все эти находки не что иное, как самородная платина.

В 1824 г. на Урале было добыто 33 кг самородной платины, а в 1825 г. уже 181 кг. Незадолго перед этим (в 1823 г.) был уволен в отставку министр финансов Д.А. Гурьев, приведший Россию на грань денежной катастрофы. Его преемник Е.Ф.Канкрин, чтобы спасти положение, наметил в числе прочих мер чеканку платиновой монеты. В 1826 г. горные инженеры П.Г.Соболевский и В.В. Любарский разработали технологию получения ковкой платины.

Способ этот состоял в следующем: губчатую платину, полученную прокаливанием «нашатырной платины», т.е. гексахлорплатината аммония, набитую в цилиндрические железные формы, сильно сдавливали винтовым прессом и полученные цилиндры выдерживали при температуре белого каления около 36 ч, после чего из них отковывали полосы или прутки. К концу 1826 г. этим способом было получено 1590 кг ковкой платины. Ранее по способу парижского ювелира Жаннетти платину сплавляли с мышьяком. Сильным прокаливанием на воздухе мышьяк выжигали из полученных слитков, после чего их подвергали горячей ковке. Этот способ был крайне опасен для здоровья и сопряжен с большими потерями платины. За рубежом его заменил способ У.Уолластона, который хранился в тайне и был опубликован только в 1829 г. В основных чертах он схож со способом П.Г.Соболевского. Получение изделий посредством прессования и последующего спекания порошков металлов, карбидов и других соединений широко применяется под названием металлокерамики или *порошковой металлургии.*

В 1828 г. был начат выпуск платиновой монеты достоинством в 3,6 и 12 руб. Но в 1845 г. царское правительство решило прекратить ее чеканку, а в 1862 г. продало за бесценок иностранной фирме остатки от аффинажа платины, накопившиеся на Монетном дворе.

В конце XIX в. спрос на платину сильно возрос, в частности, вследствие ее применения как катализатора в производстве серной кислоты. Однако владельцы уральских платиновых приисков, которые поставляли тогда около 95% мировой добычи платины, вместо того чтобы наладить аффинаж платины и производство платиновых изделий и препаратов, предпочли продавать сырую платину за границу. Так, Россия, будучи монополистом по добыче самородной платины, оказалась вынужденной покупать за рубежом платиновую посуду, проволоку и др. Только в 1914 г. был запрещен вывоз сырой платины, а в 1915-1918 гг. построен платино-аффинажный завод в Екатеринбурге.

Вскоре (в 1918 г.) была введена государственная монополия на добычу, очистку и куплю-продажу драгоценных металлов. Тогда же по инициативе проф. Л. А.Чугаева был основан при Академии наук Институт по изучению платины и других благородных металлов (в 1934 г. вошел в состав Института общей и неорганической химии АН СССР). Его директорами были Л.А.Чугаев и Н.С.Курнаков.

В годы первой мировой и гражданской войн добыча золота и платины сильно упала. Но уже в 1921 г. Совнарком **РСФСР** издал постановление «О золотой и платиновой промышленности». В нем указывалось, что месторождения золота и платины составляют собственность государства, отмечалось особо важное значение их разработки и предусматривался ряд мер, направленных на восстановление и развитие добычи этих металлов. Так была возобновлена работа золотых и платиновых приисков, но с применением механизации в невиданных ранее масштабах. За годы Советской власти были открыты и введены в эксплуатацию месторождения золота в Сибири, Казахстане, Приморье и других районах СССР. Была налажена комплексная переработка медно-никелевых сульфидных руд Заполярья с извлечением из них драгоценных металлов.

В капиталистических странах (по оценке на 1970 г.) общая добыча золота составляла 1293,8 т, в том числе 999,7 т приходится на Южно-Африканскую Республику, 74,2 т - на Канаду, 52,9 т - на США, 21,5 т - на Австралию, остальное - на Японию, Мексику и Индию.

Главные зарубежные поставщики платины и ее спутников - ЮАР, Канада, Колумбия, **США.** Относительная стоимость платиновых металлов на рынках Запада (по данным конца 1960 г. составляла, если принять стоимость золота за единицу:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ru | Rh | Pd | Os | Ir | Pt |
| 1,8 | 6,2 | 1,0 | 7,5 | 5,3 | 4,3 |

СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Серебро обладает значительной химической стойкостью. В отличие от меди оно сохраняет металлический блеск при действии воздуха, влаги и углекислого газа. Но, подобно меди, серебро уже при комнатной температуре покрывается темным налетом сульфида Ag2S. Подобно меди, серебро легко растворяется в холодной разбавленной азотной кислоте с образованием нитрата:

3Ag + 4HNO3 = 3AgNO3 + NO + 2Н2O

и в горячей концентрированной серной кислоте с образованием сульфата:

2Ag + 2H2SO4 = Ag2SO4 + SO2 + 2Н2O

Нитрат серебра - бесцветные кристаллы, хорошо растворимые в воде. Из его водного раствора едкие щелочи осаждают бурый оксид серебра Ag2O, уже при 300°С распадающийся на кислород и серебро. Галогениды серебра AgCI, AgBr, AgI в воде нерастворимы, но AgF хорошо растворим. Эти соединения об­разуют с аммиаком, цианидами щелочных металлов и тиосульфатом натрия хорошо растворимые комплексные соли.

Все соли серебра легко восстанавливаются до металла. Нитрат серебра и его растворы, попав на кожу, оставляют на ней черные пятна мелкораздробленного серебра; отсюда старинное название AgNO3 - ляпис (от лат. lapis internalis - адский камень).

Для серебра наиболее характерна степень окисления +l. Известны лишь немногие соединения серебра со степенью окисления +2, напри­мер фторид AgF2, нитрат Ag(NO3)2. Вода разлагает их с выделением солей Ag+1 и кислорода.

По сравнению с серебром золото значительно более стойко против химических воздействий. С неметаллами, кроме галогенов, оно не реагирует даже при нагревании. Кислоты - соляная, азотная, серная - на золото не действуют. Оно растворяется только в смеси соляной и азотной кислот (которую алхимики назвали «царской водкой» по ее способности растворять золото, считавшееся «царем металлов»). В этой смеси образуется хлор и нитрозилхлорид NOCl:

ЗНС1 + HNO3 = Сl2 + NOCl + 2Н20

Хлор с золотом дает хлорид золота (III) АuС1з. Он с соляной кислотой образует комплексную золото(Ш)хлороводородную кислоту H[AuCl4], которая выделяется при выпаривании ее раствора в виде желтых кристаллов состава H[AuCl4]\*2H2O. Ее соль - тетрахлораурат натрия (оранжево-желтые кристаллы) - хорошо растворима в воде.

Золото растворяется также в растворах цианидов натрия или калия при доступе воздуха:

4Аu + 8NaCN + 2Н2O + Оз == 4Na[Au(CN)2] + 4NaOH

Эта реакция, открытая в 1843 г. П.Р.Багратионом (племянником знаменитого полководца **П.И.**Багратиона), широко применяется для извлечения золота из руд.

Золото очень легко осаждается из растворов его соединений неорганическими восстановителями, например сульфатом железа (II):

2АuС1з + 6FeSO4 = 2Fe2(SO4)3 + 2FeCl3 + 2Аu

или хлоридом олова (II):

2АuС1з + 3SnCl2 = 3SnCl4 + 2Аu

Если последнюю реакцию проводить в разбавленных растворах, получается пурпуровый коллоидный раствор золота в гексагидроксооловянной кислоте H2[Sn(OH)6], называемый «кассиевым пурпуром» (по имени немецкого врача А. Кассия, открывшего это явление примерно в середине XVII в.).

Многие органические вещества восстанавливают золото из его соединений.

Главнейшие свойства платиновых металлов приведены в таблице (см. выше). **В VIII** группе периодической системы элементов Д.И. Менделеева эти элементы образуют две триады («тройки»), а именно: 1) легкие платиновые металлы - рутений, радий, палладий, имеющие плотность около 12 г/см3; 2) тяжелые платиновые металлы - осмий, иридий, платина, имеющие плотность около 22 г/см3. Все платиновые металлы в чистом виде имеют серебристо-белый цвет. **Все** они, кроме осмия, не окисляются на воздухе и очень стойки против действия многих химических реагентов. В соединениях платиновые металлы проявляют различные степени окисления и сильно выраженную склонность к образованию комплексных соединений.

Необходимо, однако, отметить, что платиновые металлы в виде так называемой «черни» (мелкого черного порошка, получаемого восстановлением растворов соединений платиновых металлов) значительно химически более активны, чем те же металлы в виде слитков. Подобным образом рутений, радий, осмий и иридий, будучи сплавлены с платиной, цинком, медью и другими металлами, переходят в раствор при действии «царской водки», хотя она не действует на эти металлы, взятые отдельно.

Химические свойства платиновых металлов имеют много общего. Удобнее всего проследить это, если рассматривать диады, образованные стоящими одним под другим легким и тяжелым платиновыми металлами.

Таких диад три: 1) рутений, осмий; 2) радий, иридий; 3) палладий, платина.

Рутений и осмий хрупки и очень тверды. При действии кислорода и сильных окислителей они образуют оксиды RuO4 и OsO4. Это легкоплавкие желтые кристаллы. Пары обоих соединений имеют резкий, неприятный запах и очень ядовиты. Оба соединения легко отдают кислород, восстанавливаясь до RuO2 и OsO2 или до металлов. Со щелочами RuO4 дает соли (рутенаты):

**2Ru04 + 4КОН = 2K2RuO4 + 2Н2O + О2**

**OsO4**дает с гидроксидом калия комплексное соединение K2[OsO4(OH)2].

Родий и иридий менее тверды и хрупки, чем рутений и осмий. В виде сплавов радий и иридий очень медленно растворяются в «царской водке» с образованием комплексных кислот. Компактные же родий и иридий нерастворимы даже в «царской водке» при нагревании. При прокаливании в атмосфере кислорода оба металла образуют оксиды Rh203 и IrO2, разлагающиеся при высоких температурах.

Палладий и платина - очень пластичные, сравнительно мягкие металлы. Палладий, подобно серебру, но в отличие от прочих платиновых металлов, растворяется при нагревании в азотной и концентрированной серной кислотах с образованием нитрата и сульфата палладия (II):

3Pd + 8HNO3 = 3Pd(NO3)2 + 4H2O+2NO

Pd + 2H2SO4 = PdSO4 + SO2↑ + 2Н20

На платину эти кислоты не действуют. «Царская водка» при слабом нагревании растворяет и палладий, и платину с образованием комплексных соединений - тетрахлорпалладиевой кислоты и гексахлорплатиновой кислоты.

Гексахлорплатиновая кислота - красно-коричневые кристаллы состава H2[PtCl6]\*6H2O. Из ее солей большое значение для получения платины имеет гексахлорплатинат аммония -светло-желтые кристаллы, малорастворимые в воде. При прокаливании они разлагаются:

(NH4)2[PtCl6] = Pt + 2NH4Cl + С12

Платина остается в мелкораздробленном виде («платиновая губка»). Все платиновые металлы поглощают водород, особенно платина и палладий. Последний может поглотить до 900-1000 объемов водорода, при этом металл увеличивается в объеме и покрывается трещинами.

Металлургия благородных металлов существенно отличается от способов выплавки из руд таких металлов, как железо, медь, цинк, свинец, алюминий и магний. Объясняется это тем, что содержание благородных металлов в их рудах, как правило, очень невелико. Кроме того, значительные количества благородных металлов получают при очистке (рафинировании) «черновых» металлов - свинца, меди, никеля. В частности, свыше 80% добычи серебра получают в качестве одного из продуктов рафинирования свинца, выплавленного из сульфидных свинцовых и свинцово-цинковых руд. Такой свинец, так называемый веркблей, всегда содержит примесь серебра. Чтобы его выделить, расплавленный и нагретый докрасна веркблей перемешивают с цинком, который образует с серебром интерметаллические соединения, имеющие меньшую плотность, чем расплавленный свинец, и более высокую температуру затвердевания. Поэтому при охлаждении веркблея на его поверхность всплывает «серебристая пена» - затвердевший сплав цинка, серебра и свинца. Эту пену, собирают и затем сильно нагревают в ретортах из смеси огнеупорной глины с графитом. После удаления цинка в виде паров в реторте остается сплав серебра и свинца. Его подвергают купелированию, состоящему в том, что на поверхность серебристого свинца, помещенного в печь с подом из пористого материала, направляют струю воздуха. Свинец при этом окисляется в оксид свинца PbO «свинцовый глет», который плавится, частично всасывается материалом пода, частично стекает в приемник. Вместе со свинцом окисляются и другие металлы, их оксиды удаляются с «глетом». Полученное сырое серебро очищают, лучше всего электролизом. Анодами служат пластины, отлитые из сырого серебра, катодами - тонкие листы из чистого серебра, электролитом - раствор нитрата серебра. При пропускании тока аноды растворяются, образуя катионы Ag+. Они разряжаются на катодах, где чистое серебро осаждается; примеси же (например, золото) накапливаются на дне ванны в виде илообразного осадка, называемого шламом (от нем. Schlamm - ил).

Электролизом можно также отделить серебро от свинца. В этом случае аноды отливаются из серебристого свинца, .катоды делают из чистого листового свинца; электролитом служит гексафторокремниевая кислота H2[SiF6]. Чистый свинец осаждается на катодах, а серебро (вместе с золотом и платиновыми металлами) выпадает на дно в виде шлама.

Одним из важных источников для получения серебра (и золота) является шлам, образующийся при электролитическом рафинировании меди. При этом процессе анодами служат литые пластины из меди огневого рафинирования, катодами - тонкие листы из электролитической меди, электролитом - раствор сульфата меди (II) с добавкой серной кислоты. Оседающий на дне ванны шлам высушивают и сплавляют под слоем смеси соды с селитрой. Полученный сплав «металл Даре» содержит 93-97% серебра, 2,0-2,5% золота, остальное - медь и примеси. Его очищают электролизом. Золото (иногда платина и палладий) выпадает в виде шлама.

Руды золота содержат обычно очень немного этого металла (от 3 до 16 г на 1 т). Поэтому измельченную руду сперва подвергают обогащению. Из полученного концентрата извлекают золото очень слабым раствором цианида натрия (иногда кальция) при одновременном продувании воздухом. Золото (и серебро) переходит в раствор в виде комплексных цианидов Na[Au(CN)2] и Na[Ag(CN)2]. Из этого раствора золото (и серебро) осаждают цинком, продукт реакции обрабатывают разбавленной соляной или серной кислотой для удаления цинка, остаток высушивают и сплавляют. Окончательную очистку золота производят электролизом в солянокислом растворе хлорида золота (III), подогретом до 60-70°С. В этих условиях золото осаждается на катодах из чистого листового золота, серебро выпадает в виде шлама. Платина переходит в электролит; ее удаляют в виде гексахлорплатината аммония, добавляя к электролиту хлорид аммония.

Разделение платиновых металлов и получение их в чистом виде (аффинаж) - очень сложная задача, требующая большой затраты труда, времени, дорогих реактивов, а также высокого мастерства. Самородную платину, платиновый «лом» и другой материал прежде всего обрабатывают «царской водкой» при слабом нагревании.

При этом полностью переходят в раствор платина и палладий в виде Н2[PtСl6] и H2[PdCI6], медь, железо и никель - в виде хлоридов CuCl2, FeCl3, NiCl2. Частично растворяются родий и иридий в виде H3[RhCl6] и H2[IrCI6]. Нерастворимый в «царcкой водке» остаток состоит из соединения осмия с иридием, а также сопутствующих минералов (кварца SiO2, хромистого железняка FeCr2O4, магнитного железняка Fе3О4 и др.).

Отфильтровав раствор, из него осаждают платину хлоридом аммония. Однако, чтобы осадок гексахлорплатината аммония не содержал иридия, который образует также труднорастворимый гексахлориридит (IV) аммония (NH4)2[IrCl6], необходимо восстановить Ir (IV) до Ir (III). Это производят прибавлением, например, тростникового сахара C12H22O14(способ И.И.Черняева). Гексахлориридит (III) аммония растворим в воде и хлоридом аммония не осаждается.

Осадок гексахлорплатината аммония отфильтровывают, промывают, высушивают и прокаливают. Полученную платиновую губку спрессовывают, а затем сплавляют в кислородо-водородном пламени или в электрической высокочастотной печи.

Из фильтра от гексахлорплатината аммония извлекают палладий, родий и иридий; из сплава иридия выделяют иридий, осмий и рутений. Необходимые для этого химические операции очень сложны.

В настоящее время главным источником получения платиновых металлов служат сульфидные медно-никелевые руды. В результате их сложной переработки выплавляют так называемые «черновые» металлы - загрязненные никель и медь. При их электролитическом рафинировании благородные металлы накапливаются в виде анодного шлама, который направляют на аффинаж.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Серебро и золото - очень пластичные, тягучие и сравнительно мягкие металлы. Из серебра можно вытянуть проволоку длиной 100 м, масса которой всего 0,045 г; масса золотой проволоки той же длины - 0,04 г. Серебро и золото можно проковать в тончайшие листки (до 0,4 мкм), просвечивающие синевато-зеленым или зеленым цветом. Для придания твердости серебро и золото сплавляют с медью. Из этого сплава изготовляют ювелирные и другие изделия. Содержание благородного металла в 1 кг его сплава, выраженное в граммах, называется его пробой.

В нашей стране установлены пробы: 375, 500, 583, 750, 958 для золота и 800, 785, 916 для серебра. В Англии, США, Швейцарии и некоторых других странах проба выражается в условных единицах - каратах. Проба чистого металла принята за 24 карата (проба 1000). Золото 18 каратов - то же самое, что золото 750-й пробы, и т.д. Золотая монета в России и во многих других странах чеканилась из золота 900-й пробы, серебряная из серебра 900-й и 500-й пробы. В настоящее время чеканка монеты из сплавов благородных металлов не производится. Однако благородные металлы, их сплавы и химические соединения получают все возрастающее применение в технике. Здесь можно только упомянуть главнейшие из них.

В течение нескольких столетий при изготовлении зеркал поверхность стекла покрывали амальгамой олова - сплавом ртути с оловом. Эта работа вследствие ядовитости ртутных паров была крайне вредной для здоровья. В 1856 г. знаменитый немецкий химик Ю.Либих нашел способ покрытия стекла тончайшим слоем серебра. Сущность способа состоит в восстановлении серебра из аммиачного раствора его солей глюкозой. На поверхности стекла оседает тонкий прочный налет серебра, заменяющий амальгаму. Этот быстрый, безвредный и недорогой способ окончательно вытеснил прежний только в начале XX в.

Серебро является наилучшим проводником электричества. Его удельное сопротивление при 20° равно 0,016 Ом\*мм/м (оно равно 0,017 для меди, 0,024 для золота и 0,028 для алюминия). Интересно, что во время второй мировой войны Государственное казначейство США выдало «Манхэттенскому проекту» 14 т серебра для использования как проводника в работах по созданию атомной бомбы. Вследствие хорошей электрической проводимости и стойкости против действия кислорода при высоких температурах серебро применяется как важный в электротехнике материал.

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 со 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°С 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 SO2 в SO3. Однако в настоящее время эти катализаторы заменяют другими веществами, более дешевыми.

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

PdCl2 + CO + H2O = CO2 + 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Погодин А. Благородные металлы. М.: Знание, 1979
2. Венецкий С.И. В мире металлов. М.: Металлургия, 1988
3. Лебедев Ю.А. О редких и рассеянных: Рассказы о металлах.
4. М.: Металлургия, 1986