Введение

Платина - один из самых ценных благородных металлов, обладающий рядом важных свойств, благодаря которым используется не только в ювелирной промышленности, но и во многих отраслях промышленности. Использование платины во многих химических технологиях делает актуальным более глубокое исследование ее физических и химических свойств.

Платина - один из самых важных элементов из всего платинового ряда из-за максимальной среди них химической инертности, а также из-за ценнейших свойств платины как мощного катализатора многих химических процессов.

**Происхождение названия**

Название платине было дано испанскими конкистадорами, которые в середине XVI в. впервые познакомились в Южной Америке (на территории современной Колумбии) с новым металлом, внешне похожим на серебро (исп. plata). Слово исп. Platina буквально означает «маленькое серебро», «серебришко». Объясняется такое пренебрежительное название исключительной тугоплавкостью платины, которая не поддавалась переплавке, долгое время не находила применения и ценилась вдвое ниже, чем серебро.

**Поведение платины в обогатительных операциях**

Формы нахождения платины в рудах.

Формы нахождения платины в рудах определяют ее поведение в последующих процессах обогащения. Поэтому их изучение имеет большое значение для выбора технологической схемы переработки платиносодержащих руд и концентратов.

Подсчеты содержания платины в земной коре были выполнены Кларком и Вашингтоном, а позднее И. и В. Ноддак. Первые принимали в расчет только ту платину, которая находится в россыпях и коренных ультраосновных породах, а вторые учитывали также платину, находящуюся в рассеянном состоянии. Иногда пользуются данными по распространенности платины, приводимыми Гольдшмидтом. Обобщение ряда исследований на основе многочисленных определений дано А. П. Виноградовым.

*Таблица 7*. Содержание платины в земной коре, %.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| По Кларку и Вашингтону | По И. и В. Ноддак | По Гольдшмидту | По А. П.Виноградову |
| 1.2·10-8 | 5·10-6 | 1·10-8 | 5·10-7 |

Платину добывают в “первичных” и “вторичных” месторождениях. К первым относятся открытые в 1908 г. канадские медноникелевые магнитные колчеданы в округе Садбери, месторождения Норильска и южноафриканские медноникелевые колчеданы в Трансваале; здесь платина присутствует в виде сульфидов. Вторичные месторождения обязаны своим появлением выветриванию первичных месторождений и последующему смыванию выветренных пород, причем платиновые металлы, имеющие большую плотность, оседали в определенных местах. Вторичные месторождения находятся в Колумбии. Но они утратили свое значение в 20-х годах прошлого века, когда на западных и восточных склонах Уральского хребта были найдены большие залежи платиновых руд. В уральских месторождениях минералы платиновых металлов генетически связаны с глубинными ультраосновными породами, главным образом, с дунитами.

*Таблица 8.*

Средний состав уральской россыпной и коренной платины, %

|  |  |
| --- | --- |
| Тип месторождения | Pt |
| Россыпная | 77.5 |
| Коренная | 76.7 |
| Средний состав аффинируемой платины | 78.4 |

В канадских месторождениях платина встречается в виде сперилита PtAs2, куперита PtS и некоторых более редких минералов. Однако большая часть платиновых металлов находится в сульфидах в виде твердого раствора. Содержание платины в рудах достигает 1.5-2.0 г на 1 т руды.

Примерно такой же минералогический состав имеют южноафриканские руды, кроме того здесь найдена самородная платина и ферроплатина.

Каждому типу руд и их минеральным разновидностям свойственны свои особенности платиновой минерализации, обусловленные различной обогащенностью платиновыми металлами, различным соотношением платины, палладия, иридия, родия, рутения и осмия, а также различием форм нахождения металлов.

Многообразие типов руд и различие форм нахождения платиновых металлов в медно-никелевых рудах вызывает большие сложности с полнотой извлечения платиновых металлов в готовые концентраты, направляемые в металлургическую переработку.

## Нахождение в природе

**Платина** принадлежат к наиболее редким элементам, их среднее содержание в земной коре (кларки) точно не установлено, ориентировочное значение 5·10-7% по массе. Сырая платина – это смесь различных минералов платины. Минерал поликсен содержит 80...88% Pt и 9...10% Fe; купроплатина – 65...73% Pt, 12...17% Fe и 7,7...14% Cu; в никелистую платину вместе с элементом №78 входят железо, медь и никель. Известны также природные сплавы платины только с палладием или только с иридием – прочих платиноидов следы. Есть еще и немногочисленные минералы – соединения платины с серой, мышьяком, сурьмой. К ним относятся сперрилит PtAs2, куперит PtS, брэггит (Pt, Pd, Ni)S.

Платина самородная, группа платиновых минералов, являющихся неупорядоченными природными твёрдыми растворами Fe, Cu, Ni, lr, Rh, Pd, Sn, Os, Ru, Au, Ag, Bi, Pb в платине. Обычно содержат 2—3 основных (минералообразующих) металла и различное количество металлов-примесей. Их главный элемент — платина; в кристаллической структуре платиновых сплавов она является металлом-растворителем. Атомы второстепенных минералообразующих и примесных элементов статистически распределяются в унаследованной структуре платины, как бы растворяясь в ней. Подобными кристаллическими структурами обладают следующие минералы самородной платнины: твёрдые растворы Fe в Pt — поликсен (2,5—11,9 весового % Fe) и ферроплатина (12,0—28,1% Fe); lr в Pt — иридистая платина (10,4— 37,5% lr); Pd в Pt — палладистая платина (19,4—40,0% Pd); Sn и Pd в Pt — палладистая станноплатина (16—23% Sn и 17,2—20,9% Pd). Содержание примесей в минералах самородной платины достигает: в поликсене — 8,8% lr, 6,8% Rh, 6% Pd, 3,3% Cu и 2,3% Ru; в ферроплатине — до 14,3% Ni, 14% Cu, 12,9% Pd, 7,5% lr, 5,8% Rh и 3% Bi; в иридистой платине — до 11% Os, 4% Pd и 2,5% Ru; в палладистой платине — до 3% Au; в палладистой станноплатине — до 2,5% Bi. Поликсен и ферроплатина с содержанием Rh свыше 4% называется родистой платиной, ферроплатина с содержанием свыше 7% Cu — медистой ферроплатиной или купроплатиной; ферроплатина, в которой более 3% Ni, называют иногда никелистой платиной. Ферроплатина и поликсен являются наиболее распространёнными минералами самородной платины.

Минералы самородной платины непрозрачные, серо-стального и серебряно-белого цвета, с жёлтым оттенком у палладистой платины и бронзовым — у купроплатины; металлический блеск особенно сильный у иридистой платины. Выделения этих минералов (зёрна, сростки, кристаллы) часто покрыты с поверхности чёрной оксидной плёнкой, тонкой и хрупкой. Преобладающая часть выделений ферроплатины и поликсена и некоторые из выделений купроплатины обладают магнитными свойствами. Почти все минералы самородной платины ковкие, исключая слабохрупкую иридистую платину.

**Платина в России**

В России платина была впервые найдена на Урале, в Верх-Исетском округе, в 1819 г. При промывке золотоносных пород в золоте заметили белые блестящие зерна, которые не растворялись даже в самых сильных кислотах.

Берг-пробирер лаборатории Петербургского горного корпуса В.В. Любарский в 1823 г. исследовал эти зерна и установил, что загадочный «сибирский металл принадлежит к особому роду сырой платины, содержащей знатное количество иридия и осмия». В том же году последовало высочайшее повеление всем горным начальникам искать платину, отделять ее от золота и представлять в Петербург. В 1824г. на склоне горы Благодать, а позже в Нижнетагильском округе были открыты чисто платиновые россыпи. В следующие годы платину на Урале нашли еще в нескольких местах. Уральские месторождения были исключительно богаты и сразу же вывели Россию на первое место в мире по добыче тяжелого белого металла. В 1828г. Россия добывала неслыханное по тому времени количество платины – 1550кг в год, примерно в полтора раза больше, чем было добыто в Южной Америке за все годы с 1741 по 1825...

В 1826г. выдающийся инженер своего времени П.Г. Соболевский вместе с В.В. Любарским разработал простой и надежный способ получения ковкой платины. Самородную платину растворяли в царской водке (4 части соляной кислоты и 1 часть азотной кислоты)\*, а из этого раствора, добавляя NH4Cl, осаждали хлороплатинат аммония (NH4)2[PtCl6]. Этот осадок промывали, а затем прокаливали на воздухе. Полученный спекшийся порошок (губку) прессовали в холодном состоянии, а затем прессованные брикеты прокаливали и ковали. Этот способ позволял делать из уральской платины изделия высокого качества.

21 марта 1827 г. в конференц-зале Петербургского горного кадетского корпуса на многолюдном торжественном собрании Ученого комитета по горной и соляной части были показаны изготовленные новым методом первые изделия из русской платины – проволока, чаши, тигли, медали, слиток весом в 6 фунтов. Открытие П.Г. Соболевского и В.В. Любарского получило мировую известность. Им заинтересовался даже царь Николай I, посетивший лабораторию и наблюдавший опыты по очистке платины.

Благодаря предприимчивости министра финансов Е.Ф. Канкрина с 1828 г. в России стали выпускать платиновую монету 3-, 6- и 12-рублевого достоинства. Стоимость платины в это время была в пять раз выше стоимости серебра, поэтому чеканка монеты стала стимулом для роста добычи платины на Урале. В 1843 г. добыли уже 3500 кг платины... Разумеется, это сказалось на цене, платина стала дешевле.

Именно из-за колебаний цен на платину, из-за боязни подделки и ввоза платиновых монет из-за границы новый министр финансов Вронченко, сменивший Канкрина, прекратил чеканку платиновой монеты. По специальному указу в 1845 г. вся платиновая монета в шестимесячный срок была изъята из обращения. Это спешная паническая мера сразу же вызвала понижение цеп на платину и резкий спад ее добычи. Другого применения платине в отсталой России найти не смогли. В конце 40-х годов на Урале добывали всего несколько пудов сырой платины в год. Интересно, что среди изъятых платиновых монет не обнаружили ни одной поддельной монеты и ни одной ввезенной из-за границы...

Здесь мы вынуждены вновь вернуться в Европу. В 1852...1857 гг. французские ученые Сент-Клер Девиль и Дебре разработали способ выплавки больших количеств платины в пламени гремучего газа (смесь кислорода с водородом). В изобретенной ими печи, выложенной пористым известняком, было углубление, в которое помещали губчатую платину или старые изделия из платины. В отверстие сверху вставлялась горелка. Через нее подавали газы – горючее и окислитель. В процессе плавления платина дополнительно очищалась: примеси (железо, медь, кремний и другие) переходили в легкоплавкие шлаки и поглощались пористыми стенками печи. Расплавленная платина выливалась через желобок в форму и затвердевала в слитки.

Это открытие преобразило металлургию платины, резко удешевило производство платиновых изделий и повысило их качество.

Спрос и цена на платину на европейских рынках стали быстро повышаться. Однако в России открытие Сент-Клер Девиля и Дебре ничего не изменило – платиной интересовались только как продуктом экспорта. В 1867 г. царский указ упразднил государственную монополию на этот металл и разрешил беспошлинный вывоз его за границу. Воспользовавшись благоприятной конъюнктурой, Англия скупила все запасы русской платины – более 16 т.

Продажа сразу такого громадного количества драгоценного металла резко понизила цены на платину на мировом рынке, что не могло не сказаться на русской платиновой промышленности. Добыча платины стала менее выгодной, и постепенно, один за другим, уральские платиновые прииски стали переходить в руки английских, французских, немецких дельцов...

Перед первой мировой войной добыча платины в России составляла 90...95% мировой добычи, но 9/10 русской платины уходило за границу, и лишь несколько процентов перерабатывалось на двух маленьких заводах.

Сразу же после Октябрьской революции были приняты меры по созданию мощной платиновой промышленности. В мае 1918 г. был создан Институт по изучению платины, влившийся позже в Институт общей и неорганической химии АН СССР, носящий ныне имя академика Н.С. Курнакова. В этом институте под руководством выдающихся ученых – Л.А. Чугаева, Н.С. Курнакова, И.И. Черняева – были выполнены многочисленные исследования по химии и технологии платины и других благородных металлов. Результаты этих исследований стали научной основой нынешней платиновой промышленности Советского Союза.

**Получение платины**

Казалось бы, раз платина встречается в природе в самородном состоянии, получение ее не представляет никакого труда. В действительности же это процесс сложный и многостадийный.

Платина – элемент редкий и в природе находится в рассеянном состоянии. Самородная платина обычно представляет собой естественный сплав с другими благородными (палладий, иридий, родий, рутений, осмий) и неблагородными (железо, медь, никель, свинец, кремний) металлами. Такая платина (ее называют сырой или шлиховой) встречается в россыпях в виде тяжелых зерен размером от 0,1 до 5 мм. Содержание элементарной платины в этом природном сплаве колеблется от 65 до 90%. Самые богатые уральские россыпи содержали по нескольку десятков граммов сырой платины на тонну породы. Такие россыпи очень редки, как, кстати, и крупные самородки. Сырую платину, подобно золоту, добывают из россыпей промыванием размельченной породы на драгах.

С приисков сырая платина поступает на аффинажный завод. Классический метод выделения платины заключается в длительном нагревании сырой платины в фарфоровых котлах с царской водкой. При этом почти вся платина и палладий, частично родий, иридий, рутений и основная масса неблагородных металлов (железо, медь, свинец и другие) переходят в раствор.

В нерастворимом остатке содержатся кварц, осмистый иридий, хромистый железняк. Этот осадок отфильтровывают, повторно обрабатывают царской водкой, а затем отправляют на извлечение ценных компонентов – осмия и иридия.

Платина в растворе находится в виде двух комплексов: H2[PtCl6] – большая часть – и (NO)2[PtCl6]. Добавляя в раствор HCl, разрушают комплекс (NO)2 [PtCl6], чтобы вся платина превратилась в комплекс H2[PtCl6]. Теперь можно, как это делал еще Соболевский, вводить нашатырь и осаждать элемент №78 в виде хлорплатината аммония. Но прежде надо сделать так, чтобы присутствующие в растворе иридий, палладий, родий не ушли в осадок вместе с платиной. Для этого их переводят в соединения, не осаждаемые хлористым аммонием (Ir3+, Pd2+), а затем раствор «доводят», прогревая его с кислотами (серной или щавелевой) или (по способу Черняева) с раствором сахара.

Операция доводки – процесс трудный и тонкий. При недостатке восстановителя (кислота, сахар) осаждаемый хлороплатинат будет загрязняться иридием, при избытке же сама платина восстановится до хорошо растворимых соединений Pt2+, и выход благородного металла понизится.

Раствор хлористого аммония вводят на холоде. При этом основная часть платины в виде мелких ярко-желтых кристаллов (NH4)2[PtCl6] выпадает в осадок. Основная же масса спутников платины и неблагородных примесей остается в растворе. Осадок дополнительно очищают раствором нашатыря и сушат; фильтрат же отправляют в другой цех, чтобы выделить из него драгоценные примеси сырой платины – палладий, родий, иридий и рутений. Сухой осадок помещают в печь. После нескольких часов прокаливания при 800...1000°C получают губчатую платину в виде спекшегося порошка серо-стального цвета.

Но это еще не та платина, которая нужна. Полученную губку измельчают и еще раз промывают соляной кислотой и водой. Затем ее плавят в кислородно-водородном пламени или в высокочастотной печи. Так получают платиновые слитки.

Когда платину добывают из сульфидных медно-никелевых руд, в которых содержание элемента №78 не превышает нескольких граммов на тонну руды, источником платины и ее аналогов служат шламы цехов электролиза меди и никеля. Шламы обогащают обжигом, вторичным электролизом и другими способами. В полученных концентратах содержание платины и ее извечных спутников – платиноидов – достигает 60%, и их можно извлекать из концентратов тем же путем, что и из сырой платины.

Методы получения платины и платиноидов из сульфидных руд разработаны в нашей стране группой ученых и инженеров. Многих из них уже нет в живых. Они сделали большое и очень важное для страны дело и потому заслуживают упоминания в рассказе об элементе №78. Это – И.И. Черняев, В.В. Лебединский, О.Е. Звягинцев, Н.К. Пшеницын, А.М. Рубинштейн, Н.С. Селиверстов, П.И. Рожков, Ю.Д. Лапин, Ю.Н. Голованов, Н.Д. Кужель, Е.А. Блинова, Н.К. Арсланова, И.Я. Башилов, И.С. Берсенев, Ф.Т. Киренко, В.А. Немилое, А.И. Степанов.

**Применение**

Основное применение платина, ее сплавы и соединения находят в автомобилестроении (30-65%), в качестве катализатора для дожигания выхлопных газов автомобилей. 7-12% платины используется в нефтеперерабатывающей промышленности и органическом синтезе (в процессах гидрирования углеводородов), 7-13% — в электротехнике и электронике, 3-17% — в стекольной и керамической промышленности, 2-35% — для изготовления зубных протезов и ювелирных изделий. Сейчас около 90% потребляемой платины используется в промышленности и науке, доля ювелиров намного меньше. «Виной» тому – комплекс технически ценных свойств платины. Кислотостойкость, термостойкость и постоянство свойств при прокаливании давно сделали платину совершенно незаменимой в производстве лабораторного оборудования. Из платины делают тигли, чашки, стаканы, ложечки, лопатки, шпатели, наконечники, фильтры, электроды. В платиновых тиглях разлагают горные породы – чаще всего, сплавляя их с содой или обрабатывая плавиковой кислотой. Платиновой посудой пользуются при особо точных и ответственных аналитических операциях..Платина – лучший катализатор реакции окисления аммиака до окиси азота NO в одном из главных процессов производства азотной кислоты. Катализатор здесь предстает в виде сетки из платиновой проволоки диаметром 0,05...0,09 мм. В материал сеток введена добавка родия (5...10%). Используют и тройной сплав – 93% Pt, 3% Rh и 4% Pd. Добавка родия к платине повышает механическую прочность и увеличивает срок службы сетки, а палладий немного удешевляет катализатор и немного (на 1...2%) повышает его активность. Срок службы платиновых сеток – год-полтора. После этого старые сетки отправляют на аффинажный завод на регенерацию и устанавливают новые. Производство азотной кислоты потребляет значительные количества платины. Платиновые катализаторы ускоряют многие другие практически важные реакции: гидрирование жиров, циклических и ароматических углеводородов, олефинов, альдегидов, ацетилена, кетонов, окисление SO2 в SO3 в сернокислотном производстве. Их используют также при синтезе витаминов и некоторых фармацевтических препаратов. Известно, что в 1974 г. на нужды химической промышленности в США было израсходовано около 7,5 т платины. Не менее важны платиновые катализаторы в нефтеперерабатывающей промышленности. С их помощью на установках каталитического риформинга получают высокооктановый бензин, ароматические углеводороды и технический водород из бензиновых и лигроиновых фракций нефти. Здесь платину обычно используют в виде мелкодисперсного порошка, нанесенного па окись алюминия, керамику, глину, уголь. В этой отрасли работают и другие катализаторы (алюминий, молибден), но у платиновых – неоспоримые преимущества: большая активность и долговечность, высокая эффективность. Нефтеперерабатывающая промышленность США закупила в 1974г. около 4 т платины. Стабильность электрических, термоэлектрических и механических свойств платины плюс высочайшая коррозионная и термическая стойкость сделали этот металл незаменимым для современной электротехники, автоматики и телемеханики, радиотехники, точного приборостроения. Из платины делают электроды топливных элементов. Такие элементы применены, например, на космических кораблях серии «Аполлон». Из сплава платины с 5...10% родия делают фильеры для производства стеклянного волокна. В платиновых тиглях плавят оптическое стекло, когда особенно важно ничуть не нарушить рецептуру. Очень незначительная часть платины идет в медицинскую промышленность. Из платины и ее сплавов изготавливают хирургические инструменты, которые, не окисляясь, стерилизуются в пламени спиртовой горелки; это преимущество особенно ценно при работе в полевых условиях. Сплавы платины с палладием, серебром, медью, цинком, никелем служат также отличным материалом для зубных протезов. Очень много платины идет на украшения. Интересно, что львиную долю ювелирной платины потребляет сравнительно небольшая страна – Япония.

**Заключение**

Химия платины очень объемна, сложна и интересна. Пожалуй, наиболее общим свойством ее соединений является узкий температурный интервал их стабильности, связанный с высоким поляризующим действием платины и развивающимся при нагревании ее соединений дополнительным эффектом поляризации, приводящим к разрушению химических связей и восстановлению металлического состояния платины.

**Список использованной литературы**

* *“Металлургия благородных металлов”*. Под редакцией Л. В. Чугаева. Издательство “Металлургия”. Москва, 1987 г.
* *“Краткий терминологический словарь по металлургии”*. Под редакцией доц. В. П. Соловьева. Издательство МИСиС. Москва, 1988 г.
* *“Популярная библиотека химических элементов”*. Под редакцией И. В. Петрянова-Соколова. Издательство “Наука”, 1977 г.
* *“Общая химия:* Учебное пособие для вузов”. Н. Л. Глинка. Издательство “Химия”, 1977г.
* *“Открытие элементов и происхождение их названий”*. Н. А. Фигуровский. Издательство “Наука”. Москва, 1970г.
* *“По следам элементов”*. З. Энгельс, А. Новак. Издательство “Металлургия”. Москва, 1983 г.
* *“Рассказы о металлах”*. С. И. Венецкий. Издательство “Металлургия”. Москва, 1985г.
* *“Творцы науки о металле”*. А. С. Федоров. Издательство “Наука”. Москва, 1980 г.
* *Политехнический словарь*.
* *Советский энциклопедический словарь*. Издательство “Советская энциклопедия”. Москва, 1982 г.
* *Большая Медицинская Энциклопедия* (БМЭ).
* *Финансовые известия* №83 (212), 31 октября 1995 г.
* *Коммерсантъ-DAILY* №221, 22 ноября 1994 г.