



# ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ТЕРМИЧЕСКОМУ РАЗЛОЖЕНИЮ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЛАТИНЫ

Усманкулов О.Н. [0009-0003-8516-5065]

Министерство горнодобывающей промышленности и геологии, Республика  
Узбекистан, д.ф.т.н. (PhD) главный специалист,  
E-mail usmankulovrifjon@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты исследований термического разложения комплексного соединения платины. Определены оптимальные параметры селективного осаждения ионов платины и прокалки сульфотиомочевинного соединения платины. Также в данной научной статье представлены стадии разложения осажденного платинового комплекса до платинового порошка. Приведены меры по снижению содержания примесей в платиновом порошке. Определены методы очистки металлического платинового порошка от примесей и разработана новая технологическая схема получения платинового порошка.

**Ключевые слова:** прокаливание, химический состав, электролит, платина, аффинированная платина, селективное осаждение, хлоридный раствор, фильтрация, промывка.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada platina kompleksining termik parchalanishi bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan. Platina ionlarining tanlab cho'ktirilishi va sulfotiourea platina birikmasining kaltsiyalanishi uchun optimal parametrlar aniqlangan. Ushbu tadqiqot maqolasida shuningdek, cho'ktirilgan platina kompleksining platina kukuniga parchalanish bosqichlari keltirilgan. Platina kukunidagi aralashmalar miqdorini kamaytirish choralar tasvirlangan. Metall platina kukunini aralashmalardan tozalash usullari aniqlangan va platina kukuni ishlab chiqarish uchun yangi texnologik sxema ishlab chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** kalsinatsiya, kimyoviy tarkib, elektrolit, platina, tozalangan platina, selektiv cho'ktirish, xlorid eritmasi, filtrlash, yuvish.

**Abstract.** This article presents the results of studies on the thermal decomposition of a complex platinum compound. Optimal parameters of selective deposition of platinum ions and calcination of the sulfotiourea compound of platinum have been determined. This scientific article also presents the stages of decomposition of the deposited platinum complex to platinum powder. Measures to reduce the content of impurities in platinum powder are given. Methods of purification of metallic platinum powder from impurities have been determined and a new technological scheme for obtaining platinum powder has been developed.

**Key words:** calcination, chemical composition, electrolyte, platinum, refined platinum, selective precipitation, chloride solution, filtration, washing.

## Введение.

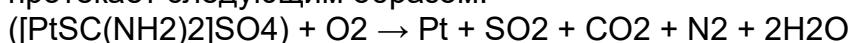
Платина хорошо растворяется в растворе «царская водка», в исходном электролите платина присутствует в виде комплекса  $H_2[PtCl_6]$ . На основе нескольких проведенных полупромышленных опытов разработана новая технология по извлечению платины из растворов аффинажа золота. Разработанная технология составляет из следующих операций:

- осаждение платины разбавленной серной кислотой в присутствии тиомочевины;
- фильтрация осадка;
- осаждение палладия из фильтрата;
- промывка и сушка платинового осадка;
- прокаливание платинового осадка;
- ручное истирание;
- очистка полученного порошка от примесей.



После прокаливания и истирания получен платиновый порошок содержанием в нем платины 86,2%. По результатам анализов было определено что, платиновое комплексное соединение при прокалке не было полностью разложено. После этого были проведены несколько лабораторных испытаний с целью определения оптимальной температуры для полного разложения платинового комплекса. Платиновый осадок прокаливали при температурах 600–700–800–900–1000 °C разложением до элементарной платины.

Лабораторные опыты по прокаливанию проводили в муфельной печи при разных температурах. Прокаливание вещества проводили, постепенно повышая температуру, и во избежании потери тигли закрывали крышкой. Если прокаливаемое вещество содержало органические компоненты, сначала при слабом нагревании сжигали органическую часть так, чтобы не образовалось пламя. Эту операцию осуществляли в открытом тигле, а после обугливания вещества закрывали тигель крышкой. Разложение комплексного соединения протекает следующим образом:



В результате проведенных опытов по прокалке были получены платиновые порошки разного цвета и разной массы. Результаты анализов по этим порошкам сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Результаты опытов по разложению осадка Pt

№	T <sub>прокаливания</sub> , °C	Время прокаливания, h	Масса полученного порошка (исходная масса пробы 50 г)	Степень разложения Pt осадка, %
1	600	0,5	38,0	69,8
2	650	0,5	36,6	72,5
3	700	1,0	35,6	73,2
4	750	1,0	35,2	75,5
5	800	1,0	29,5	89,1
6	850	1,2	29,8	90,0
7	900	1,25	29,1	90,2
8	950	1,25	26,7	99,99
9	1000	1,25	26,8	99,99

Лабораторные опыты показали, что высокотемпературный обжиг дает возможность полностью разложить платину до металлического состояния с образованием чистейшего порошка. Прокаливания проводились в разных температурах и с разными продолжительностями времени в муфельной печи. Воздействие температуры на степень разложения комплексов платины показано в следующей рисунке. (Рис. 1)

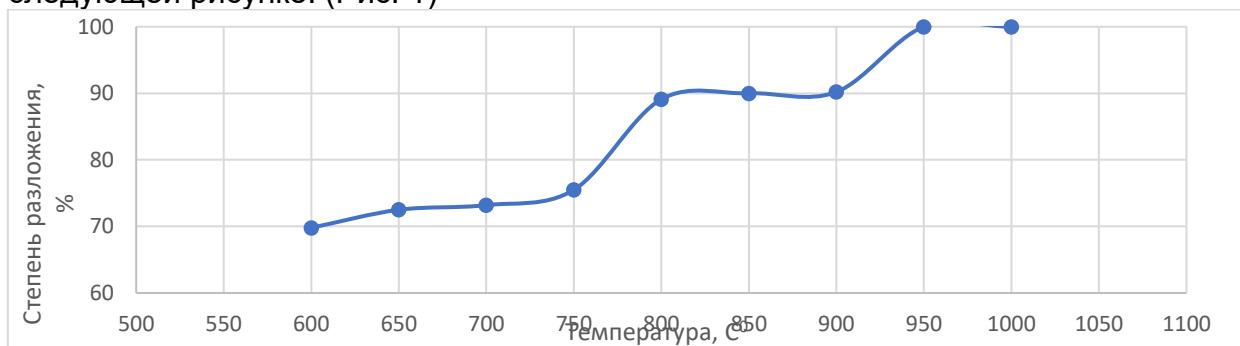


Рисунок 1. Зависимость степени разложения комплексов платины от изменение температуры



В результате проведенных опытов по прокалке достигли нужного результата, платиновое комплексное соединение полностью разложено. Полученные платиновые после прокалки порошки сданы на анализ для определения химического состава. По результатам спектрального анализа было определено что, в составе платинового порошка присутствуют 1-1,5% палладия и до 0,1-1,0 % других цветных металлов.

Перед началом работы немного о физико-химических свойствах палладия. Палладий является наиболее химически активным из платиновых металлов. Не реагирует с водой, разбавленными кислотами, щелочами, раствором аммиака. Реагирует с горячими концентрированными серной и азотной кислотами, в отличие от других платиновых металлов. Может быть переведён в раствор анодным растворением в соляной кислоте.

Как было выше сказано палладий в отличие от платины хорошо растворяется в азотной и серной кислотах, а также большинство цветных металлов и их оксиды которые могут присутствовать в составе платинового порошка. Именно на основе этих свойств была разработана технология по очистке порошка путем выщелачивания. По разработанной технологии были проведены несколько лабораторных опытов. Для очистки платинового порошка из палладия и других цветных металлов путем выщелачивания испытывали растворы серной кислоты разных концентраций. В термостойкие стаканы налили растворы серной кислоты и подогрели до 70°C на электроплите. Затем в каждый стакан в одинаковом количестве (Т:Ж=1:4) добавили неочищенного платинового порошка. Результаты опытов приведены в таблице № 2.

**Таблица 2.**  
**Результаты опытов по выщелачиванию палладия и цветных металлов из платинового порошка**

№	Концентрация $H_2SO_4$ , %	До выщелачивания		После выщелачивания	
		Содержание Pd в порошке, %	Σ содержание цветных металлов (CuFeNi и др) в порошке, %	Содержание Pd в порошке, %	Σ содержание цветных металлов (CuFeNi и др) в порошке, %
1	20	1,31	0,63	1,24	0,26
2	25	1,23	0,61	1,20	0,11
3	30	1,25	0,58	1,10	0,05
4	35	1,25	0,55	1,06	0,02
5	40	1,28	0,74	1,05	0,01

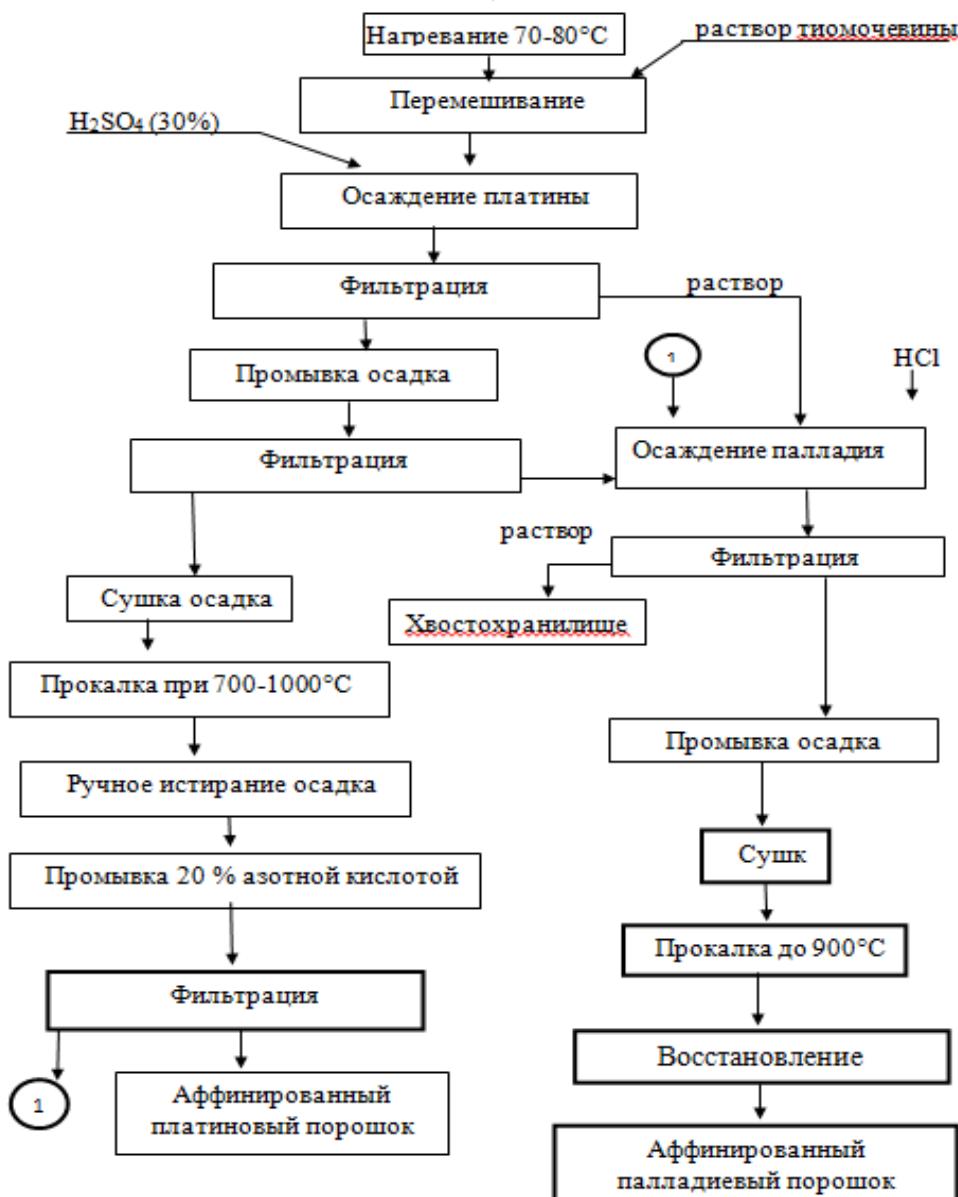
На основе полученных результатов исследований выявлено, что воздействие серной кислоты на цветные металлы и палладий разные, в зависимости от концентрации. Множество проведенных опытов по очистке платинового порошка гидрометаллургическим способом прошли безрезультатно. В результате проведенных опытов при применении в качестве очищающего реагента серную кислоту платиновый порошок был очищен от 12 % палладия и от 96,4% цветных металлов.

По проведенным исследованиям предложена технологическая схема получения аффинированного платинового порошка из отработанных электролитов аффинажа золота, которое приведена на рис.2.

Предлагаемая технология позволяет решить следующие задачи:



- Упрощение технологии извлечения платинового порошка. Данная технология состоит из 11 операций с продолжительностью циклов 18-20 часов.
- Применение данной технологии позволяет повысить сквозное извлечение платины более чем 85 % из отработанных растворов с низким содержанием платины.
- Получение платины в виде порошка с массовой долей платины не менее 99,0 %.



**Рисунок 2. Технологическая схема получения аффинированного платинового порошка из хлоридных растворов**

## Заключение

Таким образом, по полученным результатом проведенных исследований показано, что рекомендуемая технология позволяет получить платиновый порошок высокой чистоты и со значительно меньшими энергетическими затратами. Данная технология имеет ряд преимуществ, как высокая производительность, экономия реагентов. Благодаря тому, что образующиеся при



этом кислые фильтраты нейтрализуются раствором щелочи, способ является оптимальным с экономической и с экологической точки зрения.

**Список использованной литературы:**

- [1]. Павлов Б.А., Терентьев А.П. КУРС ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ, Издательство Химия М.,1972 г. стр.219.
- [2]. Способ осаждения платины из хлоридных растворов // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Усманкулов О.Н. [и др.]. 2022. 7(100). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14086>.
- [3]. Ю.А. Котляр, М.А. Меретуков, Л.С. Стрижко. Металлургия благородных металлов, Книга 2. Москва, Издательский дом «Руда и Металлы», 2005.- С. 392.
- [4]. Игамбердиев Э.Э. Платиноносность магматогенных и эпимагматогенных месторождений Восточного Узбекистана. ГП «НИИМР», Ташкент 2015, - 22 с.
- [5]. Туресебеков А.Х. Медно-рудные формации Узбекистана // Металлогения золота и меди Узбекистана. - Т.: ИГиГ АН РУз, 2012. – С. 101-195.
- [6]. Петров Г.В., Шнеерсон Я.М., Андреев Ю.В. Извлечение платиновых металлов при переработке хромитовых руд. Металлургия и обогащение CYBERLENINKA DOI: 10.25515/PM1.2018.3.281
- [7]. Mineral commodity summaries 2015: U.S. Geological Survey (англ.). - U.S. Geological Survey, 2015. - Р. 196. doi:10.3133/70140094
- [8]. Шарипов Х.Т., Борбат В.Ф., Даминова Ш.Ш., Кадирова З.Ч. Химия и технология платиновых металлов. Ташкент “Университет” 2018, 311 ст.