

Для проведения сравнительного анализа описанных выше популярных фреймворков для тестирования, выделим несколько критериев:

1. Время развертывания - так как некоторые инструменты используют другие зависимости, данное время может расти, что может увеличить время разработки.

2. Время внедрения - это очень важный критерий, т.к. с момента чтения документации, и готовым тестом проходит немало времени.

3. Порог вхождения - сколько нужно изучить документации, чтобы написать тест, который сможет решить задачу.

4. Документация - критерий, насколько полная документация по данному инструменту.

Результаты проведенного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнения программных каркасов для тестирования.

	JUnit	Mockito	Espresso	Ui automator	Jest	Appium
Время развертывания, мин	<5	7-15	44109	<5	10-20	15-30
Время внедрения, мин	5-10	30-40	10-20	20-40	>30	20-40
Порог вхождения, от 1 до 5	2	2	1	2	2	2
Документация, от 1 до 5	4	4	3	5	4	3

Заключение.

Современные фреймворки для тестирования довольно хорошо справляются с задачами, которые определены надежностью функционирования приложений. Разработчики данных инструментов делают все возможное, чтобы разработчикам было легче покрывать свой код тестами. А многие фреймворки еще и могут использоваться одновременно, взаимно дополняя друг друга, например: Jest + Mockito. Применение этих инструментов позволило протестировать неочевидные проблемы, снизить дублирование кода и в целом повысить читабельность тестов.

Список литературы.

1. Jest: сайт. – URL: <https://jestjs.io/> (дата обращения: 22.10.2019). – Текст: электронный.

2. JUnit: сайт. – URL: <https://github.com/junit-team/junit5> (дата обращения: 15.10.2019). – Текст: электронный.

3. Mockito: сайт. – URL: <https://github.com/mockito/mockito> (дата обращения: 17.10.2019). – Текст: электронный.

4. Автоматизация тестирования Android приложений с помощью UIAutomator: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/company/intel/blog/205864/> (дата обращения: 20.10.2019). – Текст: электронный.

5. Модульное тестирование React-приложения с помощью Jest и Enzyme: сайт. – URL: <https://medium.com/devschacht/berry-de-witte-unit-testing-your-react-application-with-jest-and-enzyme-bef3658fdc93> (дата обращения: 22.10.2019). – Текст: электронный.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Вохидов Б. Р.

*доцент кафедры «Металлургия»
Навоийского государственного горного института.*

г. Навои, Узбекистан.

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2020.1.75.822](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2020.1.75.822)

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается возможность селективного выделения платины и палладия из техногенного отхода медного электролитного шлама после извлечения золота и серебра. В работе определено эффективность методов селективного осаждения платины и палладия, а также уделено внимание способам растворения, восстановления платиновых металлов и методы их очистки из различных примесив. На основе изучения данной тематики и анализа результатов проведенных исследований авторы пришли к выводу, что в качестве оптимального реагента для осаждения палладия и других МПП из отработанных растворов целесообразно выбрать тиомачевинный раствор. Также было выявлено, что в процессе восстановления палладия наиболее эффективным восстановителем является раствор гидразина. Установлено, что растворимости металлического палладия и платины царско-водочного растворение, как

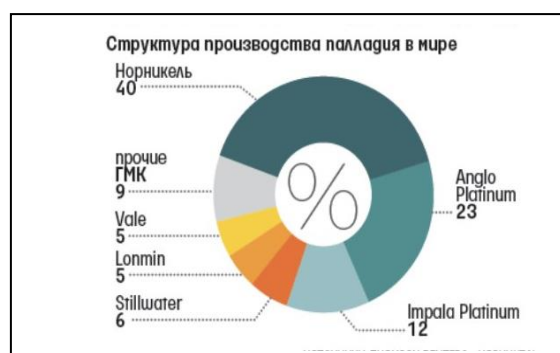
лучший способ для извлечения МПГ. Тем не менее определена и проработана специальная комбинированная технология селективного осаждения и очистки палладиевого раствора: первоначально, селективное осаждение платины хлоридом аммония с попутным извлечением дополнительного металла; селективное осаждение примесей Fe, Cu, Ni и др. с применением гидроксидами аммония; в заключении, осаждение палладия соляной кислотой с получением хлорпалладозамин (ХПЗ-палладозоамин). Разработана глубокая гидрометаллургическая очистка полученного порошкообразного палладия с обработкой муравьиной и лимонной кислотой. В результате анализа лабораторных испытаний выявлена возможность селективного выделения очищенного палладиевого порошка с массовой долей палладия не менее 99,50-99,90 %. При этом сквозное извлечение палладия из сбросных отработанных растворов составляет 82-85%.

Ключевые слова: платиновые металлы, палладий, сбросной электролитный раствор, палладиевой порошок, селективная осаждения, царское-водочное растворение, промывка, прокалка.

Введение

В настоящее время в мировой практике потребность платиновых металлах велико (см. таблица №1). В связи с этим повышение эффективности существующих технологий

комплексной переработки полиметаллических руд, содержащих металлы платиновой группы (МПГ), и разработка новых вариантов их переработки актуально.



Добыча палладия на сегодняшний день удовлетворяет имеющийся на рынке спрос, который в основной своей части является промышленным. Применение Pd распределяется следующим образом:

70% - производство автомобильных катализаторов;

10% - электронная промышленность;

5% - химическая промышленность;

5% - медицина;

5% - инвестиции;

5% - ювелирное дело и другие сферы использования.

В настоящее время основными источниками МПГ являются никелевые и медные сульфидные руды. Обширные залежи палладий содержащих сульфидных медных и никелевых руд найдены в Трансваале (Африка) и Канаде. Разведанные в последние десятилетия богатейшие месторождения медно-никелевых руд Заполярья (Норильск, Талнах) открыли большие возможности для дальнейшего увеличения добычи платиновых металлов и в первую очередь палладия и платины. Содержание его в таких рудах втрое больше, чем самой платины, не говоря уже об остальных ее спутниках [1].

В мировой практике и по сей день проводится комплекс исследований по разработке и внедрению в промышленном масштабе нетрадиционных методов переработки отработанного электролита

медно-никелевого производство с целью извлечения аффинированного палладия.

В работах [2, 3] приведен и обобщен мировой опыт переработки медного и медно-никелевого шлама, обеспечивающей получение готовой продукции, конкурентоспособной как по технологическим и экономическим, так и экологическим критериям. В зависимости от минерального, вещественного состава и морфометрических свойств руд, продуктов и отходов обогащения экономически обоснованы методы извлечения МПГ: образование и получение шламов, обогащение шламов, обжиг, сернокислотное выщелачивание, электролиз, плавка и разделения МПГ с помощью аффинажа. Приведены технологии извлечения аффинированного палладиевого порошка [2].

В результате исследований отечественных и зарубежных учёных были изучены и разработаны способы извлечения палладия из отработанных электролитов, медных шламов, хлоритовых и нитратных палладий содержащих растворов или иных соединений. Однако, большинство этих способов не обеспечивают высокой степени извлечения основного металла.

Анализ применяемых на ГМК «Норильский никель» методов получения платина и палладия и практического опыта мировых производителей, позволяет сделать вывод о том, что проблема извлечения металлов группы платиноидов из отработанных электролитов путём царско-

водочного выщелачивания с последующим раздельным осаждением платины и палладия селективными осадителями и последующими методами очистки, является одной из наиболее важнейших направлений, что и определяет актуальность и востребованность данной работы [3].

Республика Узбекистан обладает надежной сырьевой базой для извлечения и производства целого ряда редких и рассеянных металлов. Часть из них концентрируется в самостоятельных месторождениях, как, например, литий, другие могут извлекаться в качестве попутных компонентов из месторождений меди, полиметаллов, урана и других полезных ископаемых. В Узбекистане основные запасы радиогенные изотопа осмия-187 имеются в медно-порфириновых месторождениях Алмалыкского рудного района. В концентрате обнаружен также теллурид палладия с примесью платины-мерескиит – $(Pd, Pt)Te_2$. В Чаткало-Кураминском регионе известны проявления габброидного магматизма и связанных с ними МПГ (чаще всего палладий, платина и родий) [4; с.19-24].

Объектами исследования являются отработанный электролит цеха аффинажа золота и серебра медного завода АО «Алмалыкский горно-

металлургический комбината». Целям является разработка новой технологии извлечения аффинированного палладиевого порошка и полпродукта платины из отработанного электролита с применениями выщелачиванием царской-водке.

Методика исследования: В основу работы положено изучение методов восстановления палладия, ее выщелачивание, различные способы осаждения и изучение термической обработки (прокаливанием). Исходя из этого, в работе использованы современные физико-механические, химические и физико-химические методы исследований (ИК-спектроскопия, атомно-эмиссионный анализ, гранулометрический анализ, электронная микроскопия).

Результаты исследований

Известно несколько способов выделения палладия из растворов, в том числе с использованием процесса осаждения, однако, как правило, при этом используются хлоридные, фторидные, тиомочевинные или роданидные растворы. Металлический палладий хорошо растворяется в растворах азотной кислоты, поэтому его выделение из таких растворов путем осаждения в виде металла встречает серьезные трудности [5].

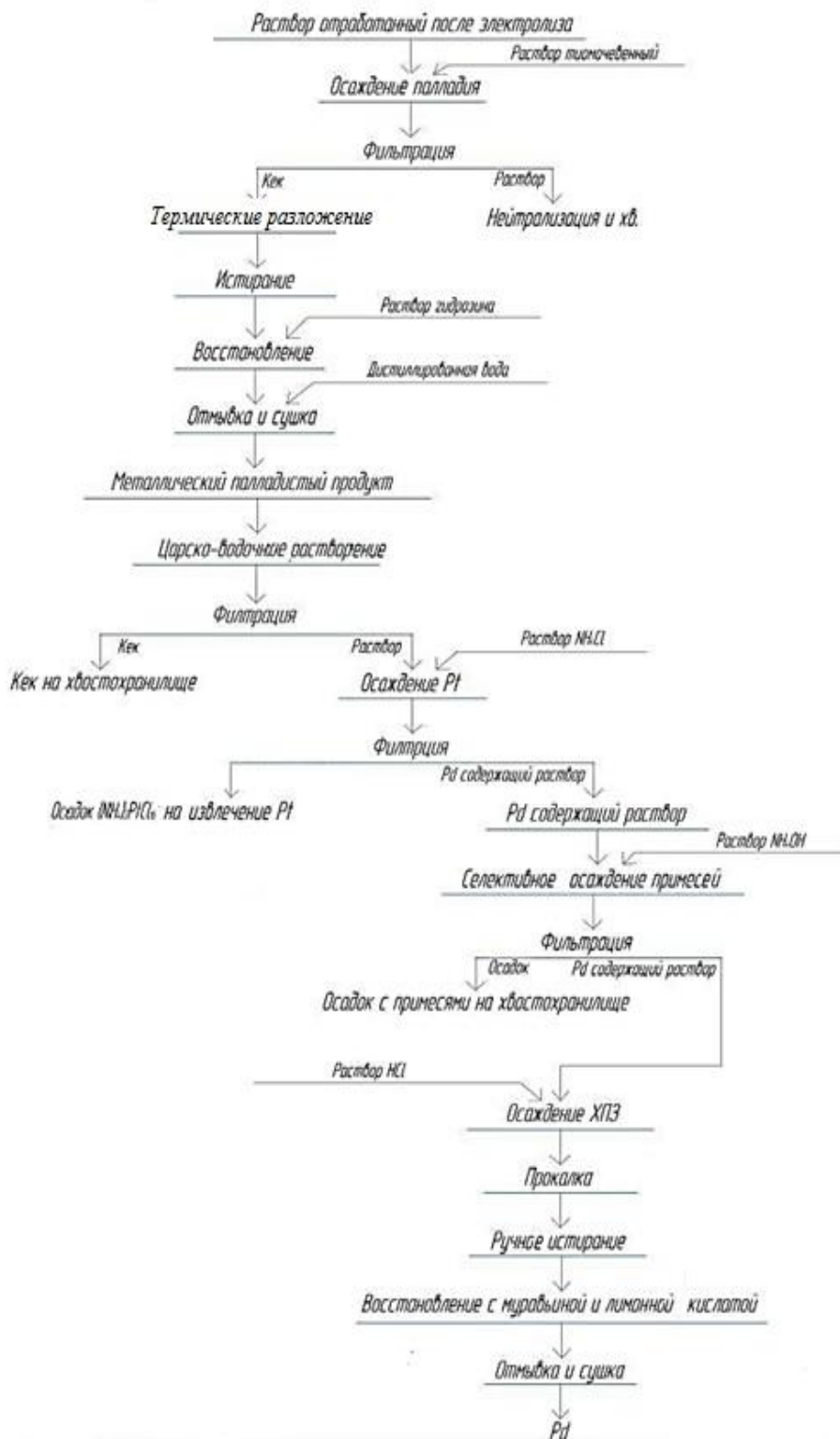


Рис. 1. Рекомендуемая инновационная технологическая схема извлечения платиновых металлов из отработанных электролитов

(Как правило, эти схемы отличаются высокой экономической эффективностью и практически полным извлечением всех платиновых металлов в готовые концентраты, но есть одна недостатка, что разделение платины от состава палладия возникает проблематичность).

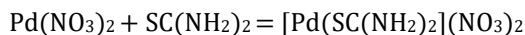
Эти недостатки способов требуют изучения новых подходов к переработке отработанных электролитов с извлечением из отходов палладия и платины. С этой целью исследователем был

разработана новая технологическая схема (см. рис. 1.) извлечения платиновых металлов из техногенного отхода АО «АГМК» ниже которое даётся разъяснения этой же технологии.

Исследования показали, что оптимальным реагентом для осаждения палладия и других МПГ является тиомочевинный раствор.

Как подтверждает опыты именно благородные металлы образуют осадки при взаимодействии с тиомочевинными растворами, когда как более

активные цветные металлы растворяются в них и переходят в состав раствора, освобождая основной ценный компонент. Осаждение сопровождается протеканием реакции [6]:



Результаты исследований по осаждению палладия тиомочевинным раствором из растворов с различным содержанием палладия приведены в таблице 2.

Таблица № 2.

Результаты исследований по осаждению палладия тиомочевинным раствором из растворов с различным содержанием палладия.

№	Содержание Pd в растворе, мг/л	Расход тиомочевины, гр	Содержание Pd в остаточном растворе, мг/л	Содержание Pd в остатке, %	Извлечение Pdв осадок (E), %
1	50	2	5,2-11,5	8,15	78,12
2	50	3	5,4-9,5	8,41	81,27
3	75	4	10,7-14,3	12,78	82,15
4	75	4,3	10,1-12,25	13,56	83,67
5	87	5	10,3-13,5	18,51	86,73
6	87	5,3	8,7-9,94	20,69	88,92
7	105	6	8,5-12,6	20,99	91,33
8	105	6,2	7-9,51	21,52	92,75
9	127	7	4,13-7,67	22,45	94,63
10	127	7,5	4,25-5,71	27,27	96,05

Выявлено, что на процесс осаждения палладия, также влияет концентрация тиомочевинного раствора и продолжительность процесса. По результатам лабораторных исследований можно сделать вывод, что в

образованном палладиотиомочевинном комплексе содержание палладия повышается до 1500-2000 гр по палладию, при этом степень обогатимости металла составляет 100 раз [7].

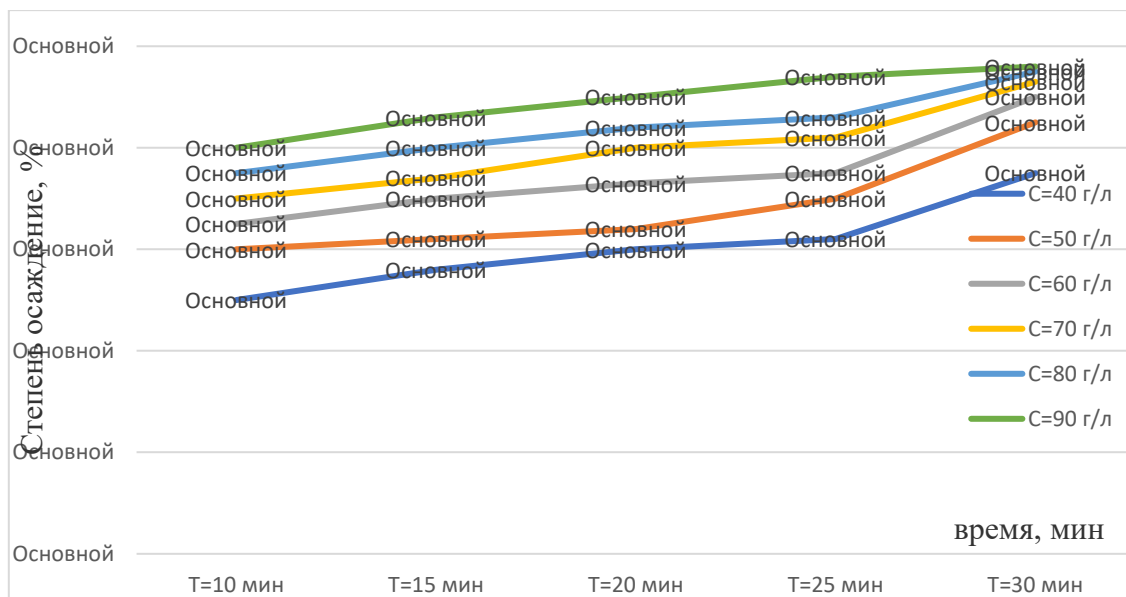


Рис. 2. Зависимость степени осаждения ценного компонента от продолжительности процесса и концентрации тиомочевинного раствора

Из кривых графика видно (рис.3.), что при концентрации тиомочевинного раствора 70-90г/л достигается максимально высокая степень осаждения палладия - 94-96%. Таким образом оптимальная время осаждения составляет 25-30 мин.

Процесс осаждения палладиотиомочевинного комплекса производится в титановом реакторе при

включенной мешалке в течении 15-30 минут. После осаждения осадок фильтруется через нутч-фильтр, промывается дистиллированной водой до pH=5, подсушивается под вакуумом и, пройдя измельчение в ступке, направляется на процесс термического разложению продукта с целью раскрытия поверхности ценного компонента. Палладиотиомочевинный комплекс поступают в

печь для сушки и последующего термического разложению в течении 3-4 часов при температуре в начале процесса 300°C и далее 500-600°C. При

термической разложение осадок палладия разлагается по следующей реакции [8].



Таблица №3.

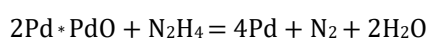
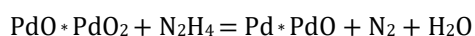
Результаты исследования влияния температуры обжига на степень выщелачивания палладия в растворе царской водки при режимах $t=300-600$ °C.

№	T обжига, °C	Масса огарка после обжига, гр (исх. масса пробы 50гр).	Степень растворимости Pd в царско-водочном растворе
1	300	43	70,25
2	300	42	71,43
3	350	41	73,78
4	350	40	72,52
5	400	40	80,19
6	400	39	81,56
7	450	37	84,57
8	450	35	85,11
9	500	27	88,78
10	525	26	89,23
11	550	25	94,27
12	550	24	96,63
13	600	25	95,34
14	600	25	95,21

Из таблицы 3 видно, что максимальное растворение палладия 95,34% достигается при обжиге кека при 600°C. Это объясняется тем, что высокотемпературный разложения дает возможность полному разложению комплекса до металлического состояния и вскрытию поверхности металлов и, как следствие, повышению степени растворения палладия в царско-водочном растворе. Результаты опытов показывают, что термическое разложение при температуре ниже 550°C отрицательно влияет на степень растворимости палладия в последующей стадии растворения в царской водке. Это объясняется тем, что разлагающийся палладий снова начинает окисляться кислородом и это, в свою очередь, ведет к снижению степени растворимости при выщелачивание. Опираясь на это заключение, оптимальная температура для термического разложению для палладийсодержащего продукта выбрана в пределах 550-600°C.

Анализ литературы показал, что наименьший расход реагента, дешевизм и высокая степень восстановления окиси палладия обеспечивается раствором гидрозина. Лабораторные испытания рекомендуемой разработанной технологии проведены в научно производственного объединение, продолжительность процесса составила 2-4 часа в укрупненных лабораторных условиях [9].

По результатам анализа исходного и конечного растворов рассчитывают полноту восстановлению палладия. Реакция осаждения имеет вид;



После окончания процесса восстановления палладиевой полупродукт хорошо отмывается дистиллированной водой от остатков гидразина и ставится на подсушивание при температуре 100-110°C. В лабораторной муфельной печи палладиевый продукт отделяется от влаги с целью подготовки к следующему процессу.

Согласно существующей технологической схеме палладий несколько раз растворяется азотной кислотой, однако данная технология не оправдала себя, этот факт привел к выводу о том, что без царско-водочного выщелачивания увеличение степени извлечения палладия недостижимая задача. На основании проведенных опытов и экспериментов по разработанному схему (смотрите рис.2.), которая обеспечивает высокую степень растворимости и увеличивает сквозное извлечение платины и палладия.

Согласно проведенным опытам с увеличением продолжительности процесса выщелачивание степень растворимости металлов повышается, так как царско-водочное выщелачивание палладия и платины связано с кинетикой растворимости. Из диаграммы, приведенной ниже, видно (смотрите рис.5.), что степень растворения палладия выше, чем степень растворимости платины. Это подтверждается тем, что общее извлечения палладия выше, чем у платины. Основными факторами, влияющими на растворимость, являются концентрация царско-водочного раствора и его расход.

Экспериментально определено, что при увеличении времени царско-водочного растворения повышается расход раствора, в результате чего концентрация палладия в растворе увеличивается и составляет 200 g/dm³ при

продолжительности процесса 120 минут и расходом реагента 2л на 100 гр палладиевого продукта [9; с. 20-30].

По полученным результатам определен оптимальный режимы царско-водочного растворения палладиевого продукта. В кривом графика (см. рис.2.) отслеживается рост растворимости металлов платиноидной группы, в

частности платины и палладия. Однако, те примесные металлы, которые дошли до выщелачивания, тоже растворяются в растворе с высоким извлечением и, переходя в состав раствора, загрязняют его. В результате анализа раствора был определён состав этих примесных металлов, в число которых входят Fe, Cu, Ni, Au, Ag с низкими концентрациями.

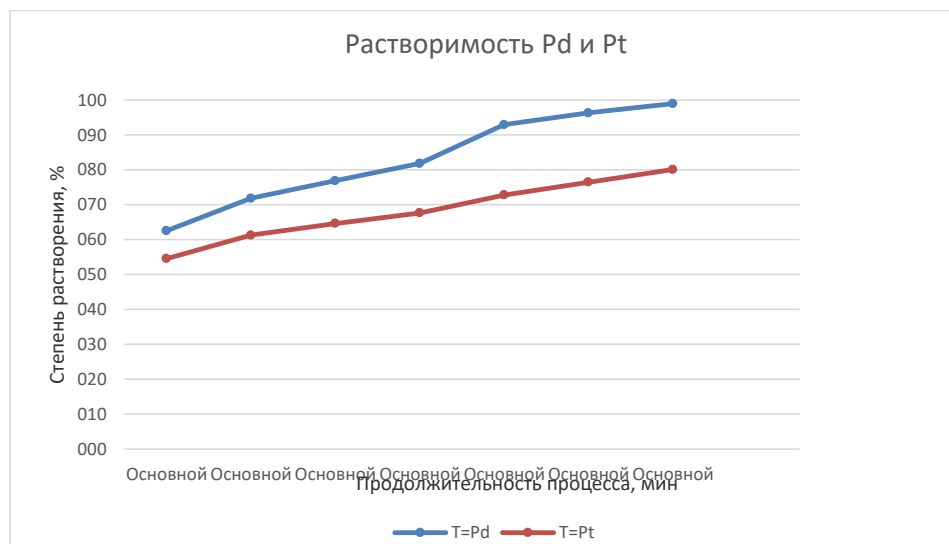
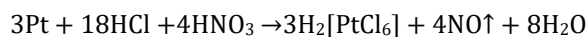
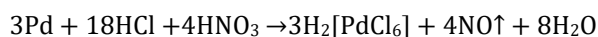


Рис.2. Зависимость степени растворимости палладия и платины от продолжительности процесса и расхода царской-водки

Царско – водочное растворение платиновых металлов протекает по следующим реакциям:



В ходе проведенных экспериментов установлено, что чем выше продолжительность процесса, тем больше расход раствора хлорида

аммония, но при этом увеличивается степень селективного осаждения платины. Данные опытов представлены в таблице 4.

Таблица №4.

Результаты опытов по определению оптимального режима и продолжительности процессаосаждения платины.

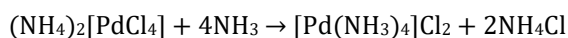
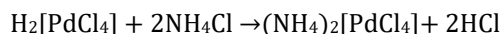
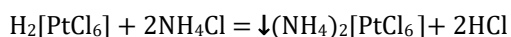
№	Время осаждения, мин	Расход хлората аммония, л	Содержание платины в осадке, %	Извлечение платины в осадок, %
1	30	5	16	68,56
2	60	10	20	72,21
3	90	15	26	76,89
4	120	20	28	80,23
5	150	25	30	86,72
6	160	30	30	86,88

Согласно проводимым экспериментам растворение осуществляется в течении 1-2 часов. Образовавшийся осадок платины отделяют от раствора фильтрацией и проводят анализ состава оставшегося раствора. По результатам анализа исходного и конечного растворов рассчитывают полноту восстановления платины. Осажденный платиновый осадок отправляется на дальнейшую переработку для получения аффинированной платины. Оставшийся раствор, содержащий

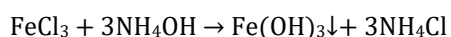
палладий, подвергается очистке от примесей (Fe, Cu, Ni др.) и дальнейшему осаждению ХПЗ.

Из таблицу 4 видно, что увеличение времени осаждения платины выше чем 150 минут не дает результатов по извлечению, поэтому оптимальное время осаждения выбрано 150 мин. Минимальный расход реагента, который дает максимальное извлечение, составляет 25л. Результаты опытов являются основанием для промышленного внедрения и показывают, что тетрахлолопалладиевая кислота является остаточным раствором при осаждении, а

осадок выпадает в виде гексахлороплатината (IV) аммония. Реакция осаждения имеет вид.



По лабораторным опытом видно аммиачная вода действует на палладий как растворитель и по этой причине палладий не осаждаюсь переходит в состав раствора. Благодаря наличию в растворе гидроокиси аммония, который взаимодействует с некоторыми примесями, образуется нерастворимый в воде осадок в виде гидроксидов $\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$, $\text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$, $\text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow$ [10].



Лабораторные опыты провели при разных концентрациях и различных количествах соляной кислоты. Экспериментально определено, что добавляемая количество HCl много не должно быть, т. к. образовавшихся комплекс может опять перейти на фазу раствора.



Заключения

Преимуществами рекомендуемой технологии являются: высокая чистота получаемого палладиевого порошка, меньшие энергетические затраты, высокая производительность, экономия реагентов и высокая степень комплексного извлечения платиновых металлов.

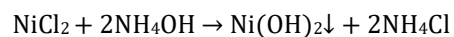
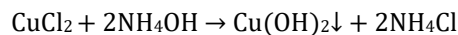
По результатам внедрения технологии можно сделать следующие выводы:

- приведена реализация технологии извлечения палладия из отработанных электролитов с условной производительностью;
- определен оптимальный реагентный режим растворения платиновых металлов царско-водочным способом;
- разработана новая технологическая схема переработки отработанных электролитов с получением готового продукта;
- разработан комплекс методов полного осаждения палладия, платины методы их восстановления и разделения;
- в результате лабораторных исследований по царско-водочному растворению установлено:
- повышение предельного извлечения палладия с 55% до 84%;
- чистота получаемого палладиевого порошка увеличиваются от 90% до 99,9-99,94%;
- степень извлечения попутного ценного компонента платины повышается в два раза.

Библиографический список

1. Меретуков М.А., Орлов А.М. *Металлургия благородных металлов. Зарубежный опыт.* - М: *Металлургия*, 1990г. 416 с.

Для определения наиболее оптимальных методов очистки палладиевого раствора от примесей проведена серия опытов. В раствор постепенно вводится аммиак. Если количество гидроокиси аммония повышенном объеме образуется следующего соединения:



Далее проведены лабораторные исследования по изучению осаждения дихлородиамминопалладия (II) (ХПЗ-палладозоамин) и влияниекислотной среды на осаждение ХПЗ. Для этого разработана специальная технология селективного осаждения (смотрите на рис.5 и формулы).

2. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В., Борбат В.Ф., Никитин М.В., Стрижко Л.С. *Металлургия благородных металлов.* М.: *Металлургия*, 1987, с. 410 и 411, 414, 415 и 416.

3. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. *Металлургия благородных металлов Учебник.* В 2-х кн. Кн. 2 // Москва: *Рудаиметаллы*. 2005г. 432 ст.

4. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Юсупходжаев А.А. «*Рангли металлургияси*». Учебная пособия Изд. «Фан» Тошкент 2009г. 19-24 ст.

5. Мастюгин, С.А., Набойченко С.С. *Изв. Вузов. Цветная металлургия.* 2012. № 5. с.15-21.

6. Хурсанов А.Х., Хасанов А.С., Вохидов Б.Р. // *Разработка технологии получения аффинированного палладиевого порошка из отработанных электролитов // Горный вестник Узбекистана* 2019г. №1 (76) 58-61.

7. Хасанов А.С., Вохидов Б.Р. «*Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки техногенных месторождений Алмалыкского ГМК*» I Международной научно-практической конференции. Алмалык Узбекистан. Мухаррир-2019г. 122-126 ст.

8. Хасанов А.С., Вохидов Б.Р., Рустамов С.У., Норов Г.М., Баракаев А.М., Тошимов Б.Н., Туробов Ш.Н. // *Исследование технологии извлечения палладия из отработанных электролитов // Научно-методический журнал "Достижения науки и образования"* 2019г. №7 (48) 5-7с., Иваново, Российская Федерация 2019г.

9. Хасанов А.С., Вохидов Б.Р., Хамидов Р.А., Сирожов Т.Т., Мамараймов Г.Ф., Хужамов У.У. // *Исследование повышение степень извлечения и чистоты аффинированного палладиевого порошка из сбросных растворов // UNIVERSUM: Технические науки - Москва*, 2019. - №9 С. 20-30.

10. Борбат В.Ф. *Металлургия платиновых металлов* // Москва: Металлургия, 1977 г. 167 ст.

«International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» XI International correspondencescientific specialized conference BOSTON. (USA). 2019 г. 55-62ст.

11. Хурсанов А.Х., Хасанов А.С., Абдукадиров А.А., Усманкулов О.Н., Вохидов Б.Р., Аскарлов Б.М., Умаралиев И.С., Абдувайтов Д.С. (всего 8 чел.). Способ извлечения аффинированного палладиевого порошка от отработанных электролитов. Заявка № IAP 20190183. Приоритет от 30.04.2019.

12. Hasanov A.S., Tolibov B.I., Pirnazarov F.G. Advantages of low-temperature roasting of

molybdenum cakes // International scientific-practical conference on the theme: «International science review of the problems and prospects of modern science and education» – Boston (USA), 2019. – P17-18

13. Хасанов А.С., Толибов Б.И., Сирожов Т.Т., Ахмедов М.С. Новые направления по созданию технологии грануляции шлаков медного производства // Евразийский союз ученых #2 (71), 2020. –С49-55

14. Хасанов А. С., Толибов Б. И. Исследование возможности процесса окисления сульфидных материалов в печи для интенсивного обжига // Горный журнал №9, 2018. –С85-89. DOI: 10.17580/gzh.2018.09.14. <http://www.rudmet.ru/journal/1758/article/30103/>

МОДЕЛИ УПОРЯДОЧИВАНИЯ СТРУКТУР УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМ С РАССРЕДОТОЧЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Неъматилла Абдукаримович Гулбаев
доцент кафедры “Информатика”

Чирчикского государственного педагогического института
Ташкентской области;

Навиод Абдуллоевич Кудратиллоев
преподаватель кафедры “Информатика”

Чирчикского государственного педагогического института
Ташкентской области.

АННОТАЦИЯ

Анализируется структура управления с рассредоточенными объектами. В результате анализа определены элементы управляющих подсистем. Определены число обслуживаемых объектов, число поездов для обслуживания, распределения структурных элементов по иерархическим уровням управления и т.д.

Главной проблемой совершенствования систем управления территориально-рассредоточенными объектами является проектирование структур, определяющих основные свойства и характеристики функционирования систем.

Различают две группы структур управления: организационную и функциональную. Элементами организационной структуры являются пункты обслуживания распределенных объектов, отделы, службы, группы исполнителей, руководство предприятия районов и участков электросетей, технические средства и т. д., а функциональной — функциональные подсистемы, организуемые для выполнения целевых функций, задачи функциональных подсистем, показатели задач, функции управления и т. д. Каждая из этих

структур отражает строение и внутреннюю форму организации, прочные и относительно устойчивые взаимоотношения элементов.

Организационная структура управления.

Анализ такой структуры управления включает определение характеристик системы, к которым относятся число уровней иерархии, число организационных подсистем, степень централизации, мера равномерности распределения объектов, характер взаимоотношения между подсистемами и уровнями иерархии, плотность и радиус действия распределенных объектов и т. д.[1].

Методологией является системный анализ, который предполагает, что система управления разбивается на подсистемы до тех пор, пока не достигаются основные показатели системы. Анализ проводится на основе математических моделей

$$M_{S_y} = \langle S_y ; R_1, \dots, R_m \rangle ; M_{I_B} = \langle I_B, R_1, \dots, R_m \rangle$$

$$M_L = \langle L_1, R_1, \dots, R_m \rangle \quad (1)$$

$$\psi_{S_y} : S_y \rightarrow L ; \psi_{I_B} : I_B \rightarrow L, \quad (2)$$

где M_{S_y} - математические модели подсистем S_y множества объектов I_B , уровней управления L ; ψ_{S_y}, ψ_{I_B} - отображение элементов множества S_y в элементы множества L и I_B в L .