

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«КОРЯКСКАЯ СРЕДНЯЯ ШКОЛА»

---

Связи пер.,2, с. Коряки, Елизовский район, Камчатский край, 684021 тел. факс 45-1-56,  
E-mail: ksosh.r41@mail.ru

**Всероссийский конкурс юных исследователей  
окружающей среды**

**Номинация: «Современная химия»**

**Название исследовательской работы:  
«Исследование драгоценных металлов в  
ювелирных изделиях путем проведения  
химических реакций»**

Выполнила: ученица 9 «Б» класса  
Чубарова Любовь,  
Руководитель: учитель химии и биологии,  
высшей категории  
Васильева Саглар Владимировна

2022 г  
с. Коряки

## Содержание

Введение.....	3
I. История зарождения и цикл развития. Производства драгоценных металлов.....	5
1.1 Золото и серебро.....	5
1.2 Эволюция технологий производства золота, серебра.....	6
II. Описание технологий производства драгоценных металлов.....	7
3.1 Технологии производства золота.....	7
3.2 Технологии производства серебра.....	8
III. Экспериментальная часть.....	10
3.1 Экспериментальная работа №1 «Определение настоящего золота с помощью реактивов и специальных предметов».....	10
3.2 Экспериментальная работа №2 «Серебро и имитирующие его сплавы».....	12
IV. Заключение.....	14
V. Список литературы.....	15

## Введение

Ювелирное искусство - один из древнейших и широко распространенных видов декоративно - прикладного искусства. В нем находит воплощение присущее человеку стремление к красоте. Ювелирные изделия – предметы украшения и быта из благородных металлов в сочетании с драгоценными, полудрагоценными и поделочными камнями, а также художественных изделий из недорогих материалов, выполненных с большим мастерством и отвечающих высоким эстетическим требованиям.

Современная жизнь цивилизованного человека невозможно без применения различных веществ и материалов. Такими материалами служат благородные металлы. По сравнению с другими металлами имеют более высокую химическую устойчивость в различных средах, и в первую очередь в отношении образования кислородных соединений. Несмотря на малое распространение в природе и сравнительно высокую стоимость, благородные металлы и их сплавы имеют широкое применение в современной технике и в быту. Это связано с разнообразием их физико-химических свойств, а также с некоторыми их особыми свойствами.

В работе автором выдвигается **гипотеза** о том, что если будет изучен и исследован материал по заданной теме, то по полученные знания об драгоценных металлах представит науку химию, как сферу интересов и материального воплощения которой присутствует не только в бытовой жизни человека, но и является фундаментальной базой для создания художественных шедевров.

**Цель:** исследование драгоценных металлов в ювелирных украшениях путем проведения химических реакций.

Исходя из цели, выделим следующие **задачи**:

1. Изучить драгоценные металлы в ювелирных изделиях с точки зрения химика, путем химических реакций.

2. Рассмотреть физико-химические и технологические свойства благородных металлов.
3. Проанализировать факторы качества металлов на примере ювелирных украшений.

**Объектами** исследования в данной работе являются драгоценные металлы

**Предметом** исследования является химические реакции

**Теоретическая значимость** исследовательской работы заключается в анализе ювелирных украшений путем химической реакции.

**Практическая значимость работы** заключается в выполнении практических реакций с драгоценными металлами.

**Драгоценные металлы** – редкие химические элементы, не подверженные, в отличие от других металлов, коррозии и окислению. Кроме того, они имеют определенную ювелирную ценность из-за своего внешнего вида – характерного блеска.

## **I. История зарождения и циклы развития производства драгоценных металлов**

Благородные (драгоценные) металлы относятся к важнейшим видам современных материалов. Они являются валютными ценностями, широко применяются в ювелирном деле, в электронной, химической, машиностроительной промышленности, в медицине и многих других областях человеческой деятельности. Функциональные свойства этих материалов неразрывно связаны с их химическим составом, который устанавливают с помощью аналитического контроля.

### **I.1 Золото и серебро**

Золото и серебро, наряду с медью, были первыми металлами, использовавшимися человеком. Этому способствовало наличие медных, золотых и серебряных самородков в природе. Сначала для производства бытовых предметов, ювелирных украшений и первых монет использовалось неочищенное золото и природный сплав золота и серебра электрон (электрум). Невозможно точно определить время начала очистки золота от примесей, но в древних египетских текстах XX династии (1200–1090 гг. до н. э.) содержатся сведения о двукратной и трехкратной его очистке, а в источниках 1090–945 гг. до н. э. упоминается высокопробное золото.

Начало разделению золота и серебра было положено минцмейстером Иваном Мокеевым в 1718 г., сумевшим успешно выделить золото, содержащееся в количестве около 1%, в нерчинском золотистом серебре мокрым способом с помощью крепкой водки (азотной кислоты —  $\text{HNO}_3$ ). Первоначально исходный сплав очищали от примесей (медь, олово, свинец, висмут и др.) купелированием со свинцом. Разделение основывалось на избирательном растворении серебра и немногих оставшихся в сплаве примесей азотной кислотой. Полученное золото после сплавления с бурой в качестве флюса выходило 94–952/3-й пробы. Серебро из раствора осаждали медью или железом и после промывки сплавляли в слитки 94–95-й пробы.

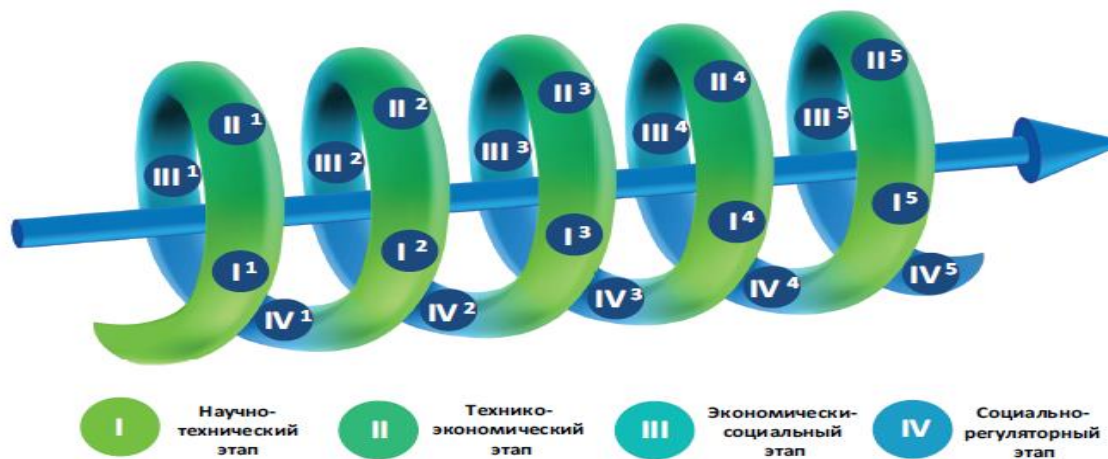
Золото с небольшим содержанием серебра очищали через золотую крепкую водку или акварегис (смесь азотной и соляной кислот). Золотой порошок, гранулированный или тонко раскованный и разрезанный на мелкие кусочки сплав, растворяется в царской водке. Золото и примеси при растворении переходят в раствор, а серебро остается в осадке в виде хлорида серебра. После полного растворения металла раствор упаривают до консистенции сиропа, добавляют соляную кислоту для удаления остатков азотной кислоты, охлаждают и многократно разбавляют для полного осаждения  $\text{AgCl}$ . После фильтрования раствор поступает на осаждение золота. В качестве лучшего восстановителя настоятельно рекомендовалось использовать купорос или меркуриальный раствор (нитрат ртути (I) —  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ).

Хлорид серебра восстанавливают до металла железом, цинком в сернокислом растворе или сплавляют с содой. Золото с большим содержанием серебра, самородки и шиховое золото очищали через антимонию (сульфид сурьмы —  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ).

Для обработки шлака и выделения из него серебра и золота готовили специальный флюс (винный камень, селитра, гласгал, железные опилки, соль). В XVIII в. это был основной способ рафинирования сплавов с большим содержанием золота. Из золота, очищенного через антимонию, были отчеканены червонцы 1712 г., червонцы 1752, 1753 г., проводилось выделение серебра, содержащегося в лигатуре двухрублевых червонных 75-й пробы прежнего чекана с 1756 г. Повышение пробы сплава цементацией отличается от предыдущего способа тем, что обрабатываемый металл не сплавляется, а нагревается в герметично закрытом горшке в специально приготовленном составе, вытягивающем в себя примеси и часть золота.

## 1.2 Эволюция технологий производства золота, серебра.

Каждый цикл обусловлен определенным этапом, который дает новый толчок к развитию технологий. Последовательное прохождение всех этапов приводит к завершению цикла развития отрасли, после чего цикл повторяется (рис. 1.1).



- |   |   |
|---|---|
| <b>I<sup>1</sup></b> — очистка золота и серебра купелированием, применение огневого золочения и серебрения  | <b>I<sup>4</sup></b> — рафинирование золота хлорированием   |
| <b>II<sup>1</sup></b> — разработка и совершенствование способов взаимодействия кислот с металлами           | <b>II<sup>4</sup></b> — попутное извлечение серебра, МПГ и меди   |
| <b>III<sup>1</sup></b> — высокий спрос на золото и серебро  | <b>III<sup>4</sup></b> — рост потребления золота и серебра  |
| <b>IV<sup>1</sup></b> — высокая трудоемкость  | <b>IV<sup>4</sup></b> — низкая трудоемкость, высокая производительность   |
| <b>I<sup>2</sup></b> — разделение золота и серебра с помощью азотной кислоты (крепкой водки)                | <b>I<sup>5</sup></b> — наиболее совершенный метод аффинажа  |
| <b>II<sup>2</sup></b> — совершенствование метода разделения золота и серебра                                | <b>II<sup>5</sup></b> — метод с высокой степенью очистки, большей производительностью, безвреден                          |
| <b>III<sup>2</sup></b> — рост потребления золота и серебра  | <b>III<sup>5</sup></b> — рост потребления золота и серебра  |
| <b>IV<sup>2</sup></b> — малая производительность  | <b>IV<sup>5</sup></b> — введение положения о промышленном налоге, разрешение на устройство частных аффинажных лабораторий |
| <b>I<sup>3</sup></b> — разделение золота и серебра с помощью серной кислоты                                 |   |
| <b>II<sup>3</sup></b> — более высокая чистота металла, совершенствование метода разделения золота и серебра |   |
| <b>III<sup>3</sup></b> — увеличение спроса на золото и серебро  |   |
| <b>IV<sup>3</sup></b> — высокая трудоемкость и малая производительность                                     |   |

Рис. 1.1. Эволюция технологий производства золота и серебра

## II. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

### II.1 Технологии производства золота

В качестве исходного первичного сырья используют россыпное или рудное золото. В металлургии меди извлекают так называемые попутные золото и серебро. Металлы концентрируют в серебряно-золотом сплаве (сплав Доре), который получают из медеелектролитных шламов, образующихся в процессе производства катодной меди. Данный сплав, в зависимости от состава перерабатываемых шламов, содержит золото и серебро в разных соотношениях, и это обстоятельство необходимо учитывать при выборе способа дальнейшей переработки сплава Доре, а также оборотных продуктов аффинажного производства.



## II.2 Технологии производства серебра

В Российской Федерации запасы серебра в основном связаны с месторождениями комплексных полиметаллических руд, поэтому серебро добывается попутно, а получение металлического серебра связано с переработкой различных видов техногенного сырья.



Химический анализ благородных (драгоценных) металлов – один из наиболее важных разделов аналитической химии. Во-первых, эти металлы считаются валютными, поэтому их производство, реализация, утилизация и оценка качества регулируются государством.

### III. Экспериментальная часть

#### 3.1 Экспериментальная работа №1 «Определение настоящего золота с помощью реактивов и специальных предметов»

№	Эксперимент	Ход эксперимента
1	Реакция с йодом	Проверка золота йодом дает 100%-ный результат, но после нее следует почистить изделие от следов (опустив на 5 минут в стакан с «Кока-Колой»). Йод наносится на внутреннюю сторону предварительно оцарапав абразивом или шкуркой место нанесения, достаточно 1 капли. Благородный металл вступает в реакцию, цвет предмета меняется. Фальшивое изделие после йода не темнеет.
2	Золото и уксус	Опустив металл на 5 минут в емкость с уксусом, следует выждать отсутствие или наличие следов на поверхности изделия. Проверка золота уксусом напоминает метод с помощью йода: реакции на благородном металле не будет. Подделанный металл почернеет.
3	Азотная кислота и золото	Настоящий благородный металл не темнеет и не реагирует на воздействие кислоты.
4	Как определить подделку с помощью аммиака	Аммиак удаляет следы потемнения на украшениях, поэтому, протерев изделие смоченной салфеткой, эксперты определяют качество золота в домашних условиях. Черные следы, стирание поверхности и потускнение свидетельствуют о нанесении позолоты на сплав. Настоящее золото не меняет внешний вид при воздействии с аммиаком, кроме исчезновения темных следов в процессе эксплуатации или загрязнения благородного металла.
5	Магнитный способ	Легкий способ, как определить, золото или нет, связан с использованием магнита. Украшения из благородного металла не притягиваются, в отличие от подделок.
6	Керамическая поверхность как способ обезопаситься от подделки	Метод необожженной керамической плитки точно определяет, является ли изделие подделкой. Трение о керамику кольцом или другим предметом из благородного металла оставляет желтоватый след. Подделка после проведения теста выдаст себя наличием темной полосы на керамике.
7	Ляписный карандаш	Метод эффективен, если перед применением намочить изделие водой. После проведения карандашом по поверхности не должно остаться следов – они означают подделку.
8	Народный способ	Мастера научились подделывать украшения еще в старину, поэтому покупатели давно научились, как отличить золото от подделки в домашних условиях. Хлебный мякиш – верный помощник для определения качества металла. Оставив изделие внутри мякиша на 48 часов, эксперты прошлых лет

		искали наличие зеленых или темных следов на поверхности. Они свидетельствуют об изделии из дешевых сплавов.
9	Способ Архимеда	Великий ученый и мыслитель изучал металл с использованием математических расчетов и формул. Он помещал ювелирное изделие в колбу с водой и измерял количество вытесненного вещества. Данные соответствовали параметрам благородного металла. Метод не подходит для полых украшений («дутые» кольца, цепочки).
10	Пробирный камень	Использование пробирного камня известно давно. Он определяет пробу золота и позволяет выявить подделку. После натирки камня миндальным маслом, следует провести черту на его поверхности. Пробирной иглой проставляются штрихи с пробами изделий. Капнув азотной кислотой на штрихи, эксперты по реакции определяют соответствие заявленной пробы и благородство металла.
11	Современные анализаторы драгоценных металлов	Мобильные анализаторы с помощью рентгена определяют маркировку металла, выявляют подделки и измеряют долю лигатуры. Сфера применения – ломбарды, ювелирные магазины и центры приема/сдачи изделий из драгметаллов.
12	Как отличить золото от меди	Медь внешне напоминает золото, и часто используется в качестве лигатурного металла. Чтобы избежать подделки, следует обратить внимание на пробу изделия (соответствует маркировке ювелирных изделий из благородного металла) и внешний вид. Оттенок меди – красноватый, золото – желтоватое. Медь по истечении времени имеет свойство темнеть, а золотые украшения никогда не изменяют цвет и яркость, но подвержены деформации, так как металл очень мягкий.
13	Как отличить золото от пирита	Пирит называют «лжезолотом» из-за внешней схожести с благородным металлом. Он относится к железному сульфиду, минералу. Отличия элементов: у пирита присутствует запах серы; при воздействии острого предмета на золоте останется вмятина, а пирит расколется; пирит не сияет в тени, в отличие от золота, имеющего постоянный спокойный блеск вне источника света. Как избежать мошенничества при покупке драгметалла Способы определения подлинности золота в домашней обстановке применяются при отсутствии возможности профессионального изучения товара.
14	При приобретении дорогих ювелирных изделий следует:	покупать товары с маркировкой надлежащего качества. Обращать внимание на наличие подтверждающих документов и сертификатов.

**Вывод:** отличить золото от фальшивки в домашних условиях легко, но самостоятельные методы должны применяться при отсутствии возможности обратиться к профессионалу. Не стоит приобретать товары в незарегистрированных торговых точках или у подозрительных лиц. Маркировка не всегда означает благородство металла. Для моментального определения подлинности подойдет визуальная проверка, отсутствие запаха и потертостей с признаками иного сплава у изделия.

### 3.2 Экспериментальная работа №2 «Серебро и имитирующие его сплавы»

№	Эксперимент	Ход работы
1	Идентификация изделий из серебра не химическим способом	Для точного определения пробирный камень с отшлифованной поверхностью. Сравнить оставленный след с цветом штрихов от эталонных проб. Самый простой способ – отыскать пробу на изделии.
2	Идентификация изделий из серебра химическим способом	Получение пробирной кислоты: Приливаем воду (32 мл) концентрированную серную кислоту (3мл), добавляем дихромат калия(3мл) и перемешиваем. В ходе реакции под действием смеси серной кислоты и дихромата калия медь и серебро переходят в сульфаты $CuSO_4$ и $Ag_2SO_4$ . Сульфат серебра быстро повращается в нерастворимый рыхлый осадок $Ag_2Cr_2O_7$ красного цвета. Он хорошо заметен на поверхности изделия.
	С азотной кислотой	Серебро можно обнаружить, капнув на поверхность изделия азотной кислотой, а затем на то же место –раствором поваренной соли. Если в сплаве есть серебро, появиться молочное помутнение.
	Очистка серебряных изделия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прокипятить серебряные изделия в содовом растворе в присутствии алюминия</li> <li>2. В щелочной среде растворе с кусочком алюминиевой проволоки или фольги</li> <li>3. Растереть кусочек мела, добавить аммиак, нанести тампоном. Происходит растворение сульфидной пленки. Удалить порошок мягкой тканью.</li> <li>4. Очистить с помощью трисульфата натрия.</li> </ol>

**Вывод:** Серебро универсальный металл. Вот уже несколько тысячелетий оно, благодаря своим свойствам, играет огромную роль в жизни человечества. Его химические свойства настолько многогранны, что позволяют использовать

этот благородный металл в различных сферах деятельности человека. Серебро применяется для контактов электротехнических изделий, входит в состав припоев и сплавов, используется как драгоценный металл в ювелирном деле, при чеканке монет и наград, в фотографии, для разгона облаков, в электротехнике и электронике, как катализатор и дезинфицирующее средство, химические соединения применяют в батареях, для генерации лазерного излучения, как иницирующая взрывчатое вещество, для варки специального стекла, в противогазах и в качестве пищевой добавки.

## **Заключение**

В ходе проделанной работы был сделан обзор теоретических данных, проведен анализ исторического развития золота и серебра.

В процессе работы были получены следующие результаты:

- изучена информация по теме;
- проведены химические реакции с ювелирными изделиями;

Таким образом, была достигнута цель исследовательской работы – исследование драгоценных металлов в ювелирных украшениях путем проведения химических реакций.

В процессе химических реакций были использованы современные методы и технологии по анализу благородных металлов.

Актуальность проведённого исследования обосновывается тем, что оно было проведено на основании химических знаний, путем сложных химических манипуляций с использованием сильнейших реактивов.

Подводя итоги приходим к выводу цель достигнута, гипотеза подтвердилась.

#### IV. Список литературы

1. Аналитический контроль благородных металлов (под ред. Карпова Ю.А., Барановской В.Б., Житенко Л.П.) М: ТЕХНОСФЕРА, 2019. – 400 с.
2. Анализ благородных металлов // Труды шестого совещания по анализу благородных металлов / Под. ред. Звягинцева О.Е., Барышникова И.Ф. –М.: ЦИНТИ легкой промышленности, 1965. – 260 с.
3. Макаров Ю.Б., Макаров С.Б., Воронков В.А. и др. Совершенствование пробирного определения золота и серебра в малосульфидных кварцевых рудах / Сборник тезисов докладов к Всесоюзному научно-техническому совещанию «Совершенствование аналитического контроля на предприятиях золотодобывающей промышленности» 17–19 октября 1988 г. – С. 11.
4. Титова И.М «Химия и искусство». Организатор –практикум для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждениях.
5. Зайцев С.П., Дубровин К.Э «Производство драгоценных металлов». Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики».