

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БРОМИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ СЕРЕБРОМ

М.Ф. Джаббарова

Научный руководитель – к.х.н., доцент В.В. Шагалов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, mariam93@mail.ru

Серебро является одним из редких металлов, что обуславливает его немалую стоимость. Часто старые отработавшие детали имеют покрытия из серебра, которое целесообразно отделять и вторично использовать.

Целью данной работы является перевод металлического серебра в раствор с его последующим выделением.

Для выполнения поставленной цели было решено использовать большую устойчивость бромидных комплексов серебра в растворе по сравнению с подобными комплексами меди.

Для получения раствора бромидного комплекса меди использовались кристаллы медного купороса пятиводного  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и кристаллы бромида калия  $\text{KBr}$ :

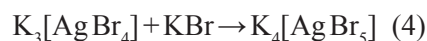
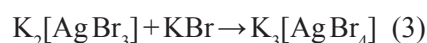


Сначала кристаллы медного купороса были растворены в дистиллированной воде, образуя раствор голубого цвета. Далее в полученный раствор добавлялись кристаллы бромида калия до достижения сначала зеленой, затем коричневой и далее вишневой окраски. Такое изменение цвета связано с тем, что неорганические лиганды, как правило, присоединяются к центральному иону ступенчато и дают серию комплексов с

Переход металлического серебра в раствор обусловлен тем, что бромидные комплексы серебра имеют большую константу устойчивости (таблица 2) по сравнению с бромидными комплексами меди, что позволяет ионам серебра вытеснять ионы меди:



Если в растворе имелся избыток  $\text{KBr}$ , то возможны переходы полученного бромидного комплекса серебра в комплексы с большим количеством ионов брома, константы устойчивости которых значительно выше:



При разбавлении полученного раствора происходит гидролиз комплексных солей и выпадает осадок  $\text{AgBr}$ . Данный осадок можно отделить от раствора фильтрацией через стеклянный фильтр пор 40.

При пропускании воздуха через раствор после фильтрации можно добиться окисления меди до двухвалентного состояния, а при выпаривании излишков воды можно восстановить бромидные комплексы меди, что позволило бы данный раствор использовать повторно.

**Таблица 1.** Бромидные комплексы меди [1]

Комплексный ион	Логарифм константы устойчивости	Цвет комплекса
$\text{Cu}^{2+} + \text{Br}^- \leftrightarrow [\text{CuBr}]^+$	$\lg\beta_1 = 0,55$	Зеленый
$[\text{CuBr}]^+ + \text{Br}^- \leftrightarrow [\text{CuBr}_2]^0$	$\lg\beta_2 = 1,84$	Коричневый
$[\text{CuBr}]^{2+} + 2\text{Br}^- \leftrightarrow [\text{CuBr}_4]^{2-}$	$\lg\beta_4 = 5,53$	Вишневый

одним и тем же лигандом, которые отличаются по цвету (таблица 1).

Если постепенно приливать воду к образовавшемуся раствору, то можно наблюдать обратные переходные процессы, обусловленные гидролизом.

В полученный раствор было помещено 0,1 г металлического серебра. В течение суток металлическое серебро переходило в раствор, и осадка в растворе обнаружено не было.

**Таблица 2.** Константы устойчивости бромидных комплексов серебра [2]

Комплексный ион	Логарифм константы устойчивости
$[\text{AgBr}]^0$	4,38
$[\text{AgBr}_2]^{1-}$	7,34
$[\text{AgBr}_3]^{2-}$	8,0
$[\text{AgBr}_4]^{3-}$	8,74
$[\text{AgBr}_5]^{4-}$	8,44

Таким образом, перевести в раствор металлическое серебро можно используя большую константу устойчивости его бромидных комплексов по сравнению с подобными комплексами

ми меди. А выделяется серебро из полученных растворов разбавлением, при котором выпадает легкофильтруемый осадок бромида серебра.

### Список литературы

1. *Ступенчатая диссоциация бромидных комплексов меди (II) [Электронный ресурс]/ Химический портал HIMIKATUS.RU. URL: <http://www.himikatus.ru/art/demo-exp/0188>.*
2. *Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1971. – 45. р/р, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 15.12.2016 г.*

## ГРАДУИРОВОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ УРАНА В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

С.П. Дубровка

Научный руководитель – ассистент С.С. Чурсин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, [ms.dubrovka@mail.ru](mailto:ms.dubrovka@mail.ru)

Одним из перспективных и полезных направлений современной науки являются ядерные технологии, которые включают в себя три основные сферы применения – энергетика, медицина и оружие. Однако все эти сферы представляют собой совокупность большого количества различных предприятий, которые в той или иной степени взаимодействуют с ядерными материалами и являются потенциально опасными. В связи с этим, на территории Российской Федерации действует три основные системы – физическая защита, учет и контроль ядерных материалов, которые призваны обеспечить их безопасное использование, перемещение и хранение. Для полноценного функционирования данных систем необходимо обладать эффективной приборно-методической базой для установления состава образцов на качественном и количественном уровнях. Анализ рентгеновской флуоресценции способен быстро и качественно решать подобные задачи.

Флуоресценция представляет собой разрешенный по спину излучательный переход между двумя состояниями одинаковой мультиплетности: между синглетными уровнями или триплетными [1]. Характеристическое рентгеновское излучение испускается в результате перестроения электронных уровней (электронных переходах) в атоме из-за предварительного возбуждения образца, которое осуществляется намеренно одним из следующих способов: электронное, фотонное или ионное возбуждение. Процесс возбуждения рентгеновской флуоресценции носит веро-

ятностный характер, наибольшая вероятность электронного перехода характерна для ближайшей оболочки по отношению к вакантной [2]. Для проведения неразрушающего анализа наиболее применима фотонная ионизация, которая может быть реализована с использованием радиоизотопного источника или рентгеновской трубки. Важно отметить, что при проведении подобного анализа не возникают изменения самого образца и после снятия источника возбуждения свечение прекращается в течение  $10^{-7}$ – $10^{-9}$  с [3]. Анализ флуоресцентного (рентгеновского характеристического) излучения образца позволяет установить его качественный и (или) количественный состав.

Целью работы является получение градуировочных характеристик флуоресценции урана в зависимости от его концентрации в растворе, в рамках разработки методики по количественному определению урана в растворах на основе рентгенофлуоресцентного анализа. Данный способ был выбран из всего многообразия физико-химических методов исследования веществ по ряду критериев: высокие экспрессность и чувствительность, низкая стоимость, простота пробоподготовки, стабильность результатов и возможность проведения неразрушающих анализов, как стабильных, так и радиоактивных образцов.

В работе проводились исследования водного раствора нитрата уранила, так как данное соединение получило широкое распространение в области атомной энергетики и используется