

Определение состава украинских монет

В.Н. Витер

Многие задавались вопросом: из чего состоят современные монеты? Например, «желтые» украинские монеты номиналом 10, 25, 50 копеек и 1 гривна. Такой вопрос вполне логичен, но оказалось, что ответ на него найти не так и просто.

С одной стороны, информация по количественному составу монет, выпущенных на Западе, легкодоступна. В частности, ее можно найти в электронных источниках. Например, доллар Сакагавеи (англ. Sacagawea dollar) имеет состав:

88.5% Cu, 6% Zn, 3.5% Mn и 2% Ni

Аналогичный состав имеет и «президентский доллар» (англ. Presidential Dollar).



Сверху – доллар Сакагавеи, снизу - «президентский доллар» (оба - США)

Монета 10 центов США (дайм) имеет состав:

91.67% Cu, 8.33% Ni

Монета в 1 цент США (пенни):

95% Cu, 5% Zn



Монеты 10 центов и 1 цент (США)

Не являются секретом и особенности строения монет, например, доллар Сакагавеи изготовлен из меди с наружным покрытием из марганцевой латуни. Латунь довольно заметно корродирует, в результате монета может полностью потерять золотистый блеск, однако, по мнению монетного двора это не является недостатком, поскольку патина придает монете «древний» вид.

В случае украинских монет возникли проблемы даже с поиском качественного состава (т.е. из каких металлов они состоят). Возможно, состав украинских монет и не является государственной тайной, но, во всяком случае, он не афишируется.

В прошлом автор проводил реакции различных металлов с серой. Оказалось, что проволока из чистой меди быстро чернеет в растворе серы в толуоле, покрываясь сульфидом меди (I) Cu_2S . Зато новенькая украинская монета 25 копеек из медного

сплава оставалась в этом растворе блестящей на протяжении нескольких дней, никаких следов коррозии не наблюдалось¹. На основании этого автор сделал неправильный вывод, что монета содержит никель, поскольку этот металл обладает коррозионной стойкостью во многих средах. Было бы логично предположить, что медный сплав получил коррозионную стойкость к сере за счет добавки никеля. В пользу этого говорил и тот факт, что «серебристые» монеты СССР, юбилейные монеты номиналом в 1 рубль были сделаны из сплава меди с никелем, который часто используется для имитации серебра.



Монеты Советского Союза из сплава меди и никеля

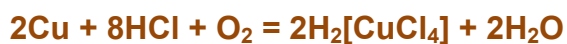
Однако чтобы определить какие металлы входят в состав монеты, необходимо провести ее качественный анализ. Для начала монету нужно растворить. Украинские монеты из медного сплава легко растворяются в азотной кислоте, но есть и другой путь.

Оказалось, что монета из медного сплава номиналом 25 копеек растворилась в концентрированной соляной кислоте на протяжении суток. В ходе растворения было отчетливо видно выделение газа, и можно смело предположить, что это водород. В результате образовался коричневый раствор. Компоненты сплава, которые в ряду напряжений стоят левее водорода, могут реагировать с соляной кислотой

¹ Реакция серы с металлами. Химия и химики № 3 (2009). С. 147-153.

http://chemistry-chemists.com/N3_2009/147-153.pdf

непосредственно, а сама медь растворилась за счет действия кислорода воздуха как окислителя²:



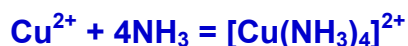
В результате образовался коричневый раствор, который при стоянии стал зеленым (за счет потери части хлороводорода). Такие цвета характерны для хлоридных комплексов меди (II).



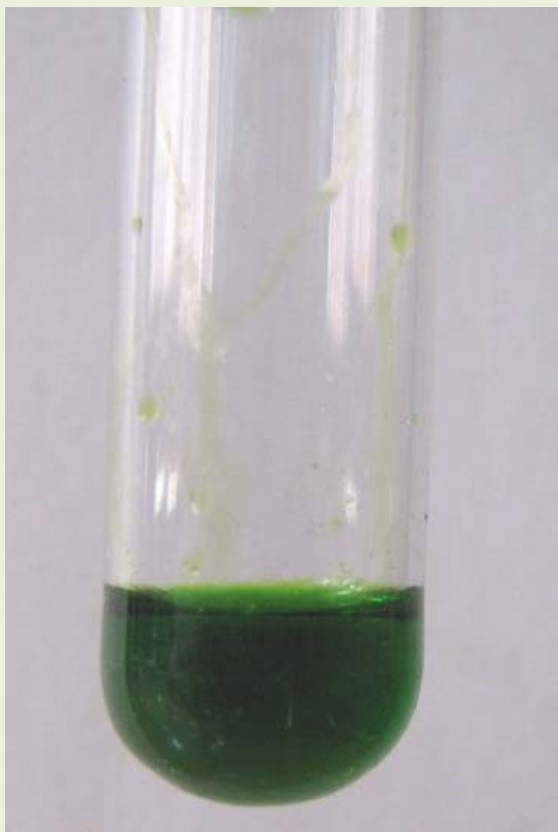
Так выглядел раствор после растворения украинской монеты 25 копеек в соляной кислоте



Начнем исследование полученного раствора. К нескольким миллилитрам раствора добавим избыток аммиака. Жидкость окрасилась в интенсивно-синий цвет, что доказывает присутствие меди (причем в больших количествах).



² Растворяется ли медь в соляной кислоте? Химия и Химики № 8 (2009). С. 92-98.
http://chemistry-chemists.com/N8_2009/92-98.pdf



Слева – раствор украинской монеты 25 коп в соляной кислоте.

Справа – этот же раствор после прибавления избытка аммиака фото В.Н. Витер

В синем растворе образовался гелеобразный осадок. Это могут быть гидроксиды алюминия, олова и магния (или их смесь). Гидроксид цинка в отличие от гидроксидов алюминия, олова и магния растворяется в избытке аммиака с образованием бесцветного комплекса $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Если в монете содержится цинк, он также переходит в раствор. Отфильтруем полученный осадок и промоем его на фильтре аммиаком.

Мы получим почти бесцветный осадок, который легко взмучивается в воде. Подействуем на него избытком едкого натра. Большая часть осадка растворится, что доказывает присутствие алюминия (и, возможно, олова).



Нерастворимый в щелочи осадок также имеет почти белый цвет и содержит гидроксид магния $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и/или гидроксид олова (IV) $\text{SnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. (Свежеосажденный гидроксид олова (IV) растворим в щелочи, но он может самопроизвольно переходить в нерастворимую форму).



Фильтрация раствора после действия избытка аммиака и промывка осадка



Осадок гидроксидов после фильтрования и промывки (взмученный в воде)



При добавлении едкого натра большая часть осадка растворилась, осталась только легкая муть, которая после оседания образовала на дне пробирки осадок высотой в несколько миллиметров

Теперь проверим, содержится ли в монете никель. Для этого к исходному раствору монеты в соляной кислоте добавим избыток аммиака, потом – спиртовый раствор диметилглиоксима (ДМГ). Реакция довольно чувствительна. В случае присутствия никеля должен образоваться розовый (или красный) осадок комплекса никеля с диметилглиоксимом. Однако никакого осадка не образовалось. Раствор окрасился в темно-зеленый цвет (видимо, в результате образования растворимого комплекса меди с ДМГ).

Проведем качественные реакции на железо (II) и (III). Напомним, что образование окрашенных в красный цвет роданидных комплексов является характерным для Fe(III). Соли железа Fe(II) дают с раствором красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$ темно-синий осадок турнбулевой сини.

При добавлении роданида аммония NH_4NCS к исходному раствору монеты в кислоте красная окраска не наблюдается.

Вторую порцию раствора монеты в кислоте разбавим водой. Зеленая окраска перейдет в голубую (хлоридные комплексы меди (II) превращаются при разбавлении в аквакомплексы). Теперь добавим избыток раствора красной кровяной соли. Образуется желто-коричневый осадок гексацианоферрата (III) меди, однако, синий гексацианоферрат железа не образуется.



При действии диметилглиоксима на аммиачный раствор исследуемого образца розовый осадок не образовался. Следовательно, монета не содержит никеля

В состав сплава может входить также цинк. Определение данного металла не проводилось. В случае если читатели решат провести анализ монет на содержание цинка, можно поступить следующим образом.

К раствору монеты в соляной кислоте добавляют избыток аммиака. Раствор фильтруют от осадка. При этом отделяются гидроксиды алюминия, олова и магния. Далее раствор аммиачного комплекса меди и, возможно, цинка подкисляют соляной или серной кислотой до сильноокислой реакции и пропускают через него сероводород (или добавляют раствор сульфида натрия). Черный сульфид меди выпадает в осадок, а цинк остается в растворе, поскольку его сульфид растворим в кислотах. Осадок отфильтровывают, избыток сероводорода удаляют кипячением, к фильтрату

добавляют раствор щелочи или аммиака. В случае присутствия цинка выпадает белый осадок $Zn(OH)_2$, который растворим в избытке щелочи или аммиака.



Исследуемый раствор не дает красной окраски с роданидом



Исследуемый раствор не дает синего осадка с красной кровяной солью



Если исследуемый раствор разбавить водой, он станет голубым (в результате разрушения хлоридных комплексов меди)

Таким образом, украинская монета номиналом в 25 копеек состоит из сплава меди и алюминия, она также содержит небольшое количество олова и/или магния. Никель и железо в составе монеты не обнаружены.

Сплав меди с алюминием называется алюминиевая бронза. Этот сплав применяется в различных странах для чеканки золотистых монет. Уже после проведения анализа автор нашел в школьном учебнике *П.П. Попель, Л.С. Крикля Химия* упоминание, что украинская монета в 1 гривну состоит из сплава меди и алюминия. Чуть позже нашлась и книга *И.Т. Коломиец Стандартные монеты Украины 1992-2003*³. В этой книге приведен качественный состав различных украинских монет. Вернее, даже не качественный состав, а только тип сплава.

В частности, монеты номиналом в 1 и 5 копеек изготавливают из нержавеющей стали, двухкопеечные монеты в 1992-1996 годах делали из алюминиевого сплава, но сейчас их также чеканят из нержавеющей стали.

Разумеется, нас больше всего интересуют «желтые монеты» номиналом 10, 25, 50 копеек и 1 гривна. Оказалось, что в 1992-1996 годах их делали из латуни, но в наше

³ И.Т. Коломиец Стандартные монеты Украины 1992-2003. Москва. 2004 г

время их чеканят из алюминиевой бронзы. Таким образом, результаты нашего анализа подтвердились. При более тщательном поиске оказалось, что типы сплавов, из которых сделаны украинские монеты, приведены также и в некоторых электронных источниках. С другой стороны, выяснилось, что некоторые монеты из алюминиевой бронзы содержат добавку никеля или марганца.



Аргентинские монеты из алюминиевой бронзы

moderncoins.narod.ru



Казахские монеты из алюминиевой бронзы

numizmatika.org.ua