

### Коррозия золотых монет

Студентка группы 10401120 Болдырева А.В.

Научный руководитель Астрейко Л.А.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Активным изучением процессов коррозии золота занялись. Это связано с вопросом хранения антикварных изделий. Дефекты в виде красных пятен сильно уменьшают стоимость современных золотых монет. Особенно золотых монет высокого качества, которые имеют большую наценку (коллекционные, инвестиционные монеты). Иногда монеты с золотыми пятнами продают как копии [1]. На основании появления коррозионных пятен (красных пятен) можно объяснить присутствием в сплаве сульфида серебра, а иногда оксида серебра, хлорида серебра, сульфата серебра, или сульфида меди. В красных пятнах находили следы железа, но это не основной коррозионный элемент, а побочный. Основным коррозионный продукт – сульфат серебра или сульфат меди. 20%-ый раствор лимонной кислоты в воде, 25%-ый раствор аммония или смесь концентрированной поташи серной кислоты в соотношении 1к 2 не всегда помогает в устранении пятен. Факт, что современные монеты из золота высокой пробы (999,9), через какое-то время покрываются красными пятнами (например, китайская «панда»), так же как и старинные монеты (отчеканенные 100 лет назад), говорит о том, что пятна не всегда связаны с присутствием серебра в сплаве [2].

Наиболее вероятной причиной корродирования золотых монет считают частицы серебра вдавленные во время процесса чеканки, т. е. внесенные после выплавки. Серебро превращается в сульфид серебра с помощью сульфидных соединений. Также, кроме оксида серебра и соответствующих продуктов коррозии, на поверхности золотых монет из-за фотохимического процесса может появиться тонкий слой чистого серебра. Красный цвет этим пятнам дает интерференционное явление.

В проявление пятен спустя некоторое время (через несколько лет несколько лет): из монетных дворов или дилерских магазинов монеты выходят без видимых дефектов. Появление пятен связано с неправильным обращением или в неадекватных условиях хранения. Однако, золотые монеты 0,999 пробы не должны подвергаться коррозии даже при неправильном обращении или неадекватных условиях хранения. Но красные пятна находили на золотых инвестиционных монетах, которые находились в оригинальных футлярах и не вынимались из них. Наличие примесей связано с технологичной проблемой. Учёные рекомендуют чеканить золотые и серебряные монеты в отдельных зданиях, используя разные инструменты и т. д. Так же монетным дворам надо фильтровать микроскопические металлические частицы и улучшить контроль качества воздуха [3].

Провели исследования трёх золотых разменных монет Австро-Венгрии с номиналом 10 крон 1897, 1905 и 1907. Монеты имеют пробу золота – 0,900 (золотомедный сплав).

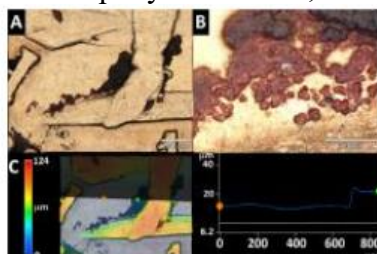


Рисунок 1 – Пятна на поверхности исследуемых монет [4]

Исследование провели с использованием технологий микроскопического сканирования. В результате на поверхности монет нашли частицы железа (рис. 1).

В процессе литья золота в чугунную форму оно может загрязниться железом. Железо растворяется в золоте при очень высокой температуре плавления. При снижении температуры растворимость железа в золоте быстро падает (рис. 2). [5]

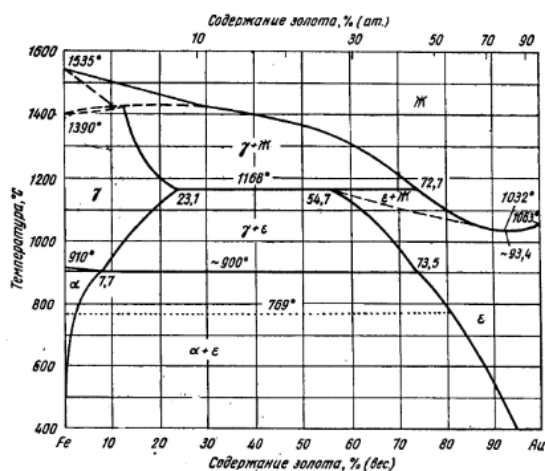


Рисунок 2 – Диаграмма Fe-Au [6].

При охлаждении в расплавленном золоте частицы железа отделяются от драгметалла. При изготовлении лист из золота с поверхности очищают разбавленной азотной кислотой, но частицы, Fe внутри полости, на глубине убрать нельзя. Они выявляются в процессе чеканки (после окисления) или позже, в процессе обращения после истирания поверхности. Редкое появление красных пятен на золотых слитках частично подтверждает это объяснение. Исследование слитков с коррозией не проводились. Таким образом изучив технологию изготовления золотых слитков, установили: 1) первая причина возникновения пятен - продукты коррозии на слитках из-за присутствия железа в процессе производства; 2) вторая причина – вдавливание в лист из золота частиц железа при их прокатке или в процессе чеканки монет, износ инструмента и отслаивание железа. Определяют присутствие железа на поверхности и в твердом растворе с помощью рентгеновской дифракции. Если железо попало в золото при плавке или литье, то оно будет в твердом растворе с золотом. А если при ковке или чеканке - в виде феррита или мартенсита [7].

Информация о химическом составе пятен поможет подобрать подходящий метод их обработки и удаления. Выводы:

I. обозначены причины загрязнения золотой монеты железом и последующего образования «коррозии». Причины такой коррозии связаны:

- 1) частицы железа вдавливаются в листы из золота при их прокатке или же при чеканке монет;
- 2) износ инструментов;
- 3) примеси в процессе плавки или литья.

Установлено, что в связи с этими причинами монетным дворам следует следить за стальными компонентами в процессе чеканки. Разный химический состав красных пятен говорит о том, что монеты надо исследовать перед процессом чеканки и консервации.

II. Красные пятна также связаны с присутствием в сплаве сульфида серебра, а в некоторых случаях – оксида серебра, хлорида серебра, сульфата серебра.

III. Присутствие коррозии на поверхности монет ускоряет её дальнейшее разрушение.

#### Список использованных источников

1. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии / И.В. Семенова.— Москва : Физматлит, 2002.— 232 с
2. Авдеенко А.П. Коррозия и защита металлов : краткий курс лекций / А.П. Авдеенко, А.Е. Поляков.— Краматорск : ДГМА, 2003.— 104 с.

3. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов : учеб. пособие / Н.П. Жук.— Москва : Металлургия, 2006.— 472 с
4. Исаев Н.И. Теория коррозионных процессов : учебник для вузов / Н.И. Исаев.— Москва : Металлургия, 1997.— 368 с.
5. Ангал Р. Коррозия и защита от коррозии : учеб. пособие: пер. с англ. / Р. Ангал. — Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2014.— 344 с.
6. Жук, Н. П. Курс теории коррозии металлов / Н. П. Жук. М. : Металлургия, 1976. 472 с.
7. Улиг, Г. Г. Коррозия и борьба с ней / Г. Г. Улиг, Р. У. Ревин : пер. с англ., под ред. А. М. Сухотина. Л.: Химия, 1989. 455 с