

К. А. Піркович, *к.т.н., доцент*,

Л. В. Черняк, *к.т.н., доцент*

Київський національний торговельно-економічний університет

вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

toropkova@rambler.ru

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПРЕДМЕТІВ СЕРВІРУВАННЯ СТОЛУ ЗІ СРІБЛА

У статті наведено результати дослідження хімічного складу предметів сервірування столу зі срібла. Здійснено перевірку відповідності одержаних результатів вимогам нормативної документації. Отримано зображення шліфованої поверхні предмета сервірування столу зі срібла у характеристичному випромінюванні.

Ключові слова: предмети сервірування столу зі срібла, хімічний склад, домішки, рентгенофлуоресцентний аналіз, мікроструктура.

Постановка проблеми. Вміст хімічних елементів у ювелірному сплаві визначає як його технологічні та естетичні властивості, так і безпеку користування [1]. Специфічною хімічною властивістю срібла є його здатність легко утворювати колоїдне срібло в розчині при відновлюванні сполук срібла. Але разом із іонами срібла у розчин потрапляють і домішки срібного сплаву. Тому предмети сервірування столу зі срібла необхідно аналізувати на вміст елементів, потенційно небезпечних для людського організму.

При проведенні клеймування сучасних предметів сервірування столу, виготовлених зі срібла, перевіряється лише вміст основного дорогоцінного металу. Однак у нормативній документації (НД) зафіксовано вимоги до повного хімічного складу ювелірних виробів зі срібла. Таким чином, важливо перевіряти ювелірний виріб зі срібла не лише на відповідність проби, а й на вміст лігатурних металів і домішок у його складі.

Експертна оцінка надійності та безпеки ювелірних виробів з дорогоцінних металів, зокрема вплив лігатурних металів і домішок на здоров'я людини, розглядається в роботах М. М. Назимка [2], Т. М. Артюх [3]. Вплив надлишкового вмісту металів у питній воді на організм людини аналізується в роботі Г. І. Архіпової [4]. Особливості хімічного складу антикварних предметів сервірування столу, виготовлених зі срібла, розглянуто в нашій роботі [5]. Слід відзначити, що хімічний склад і мікроструктуру сучасних предметів сервірування столу зі срібла досліджено недостатньо.

Мета статті – визначення хімічного складу предметів сервірування столу, виготовлених зі срібла.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – предмети сервірування столу, виготовлені зі срібла.

Дослідження хімічного складу предметів сервірування столу зі срібла було проведено на рентгенофлуоресцентному спектрометрі «ElvaX» CEP-01 в лабораторії Київського національного торговельно-економічного університету.

Рентгенофлуоресцентний аналіз – метод визначення якісного і кількісного вмісту хімічних елементів у зразку. Вимірюється інтенсивність вторинного характеристичного випромінювання атомів елементів, що збуджуються рентгенівським випромінюванням безпосередньо в зразку, що аналізується. Структура рентгенівських спектрів обумовлена енергетичним станом електронів в атомі, і тому спектр кожного елемента індивідуальний, тобто характеризується певним набором спектральних ліній. Залежність інтенсивності лінії характеристичного спектра від концентрації дозволяє зробити кількісний аналіз, тобто визначити відсотковий вміст конкретного елемента в сплаві.

Рентгенофлуоресцентним методом визначаються елементи від 11 Na до 92 U за α -лініями (дуже рідко за β -лініями).

Спектрометр енергій рентгенівського випромінювання CEP-01 призначений для:

- реєстрації спектрів рентгенівської флуоресценції досліджуваних зразків;

- визначення енергетичного положення й інтенсивності ліній рентгенівської флуоресценції;
- ідентифікації елементного складу досліджуваних зразків;
- визначення концентрацій і відносного вмісту елементів у досліджуваному зразку [6, 7].

До переваг рентгенофлуоресцентного аналізу належать: неструктурність, експресність, мультиелементність, можливість вибору необхідної кількості хімічних елементів для пошуку, повністю автоматизований процес обробки результатів, проста підготовка проб або її відсутність.

До недоліків рентгенофлуоресцентного аналізу належать: менша чутливість до пошуку елементів зі схожими спектрами порівняно з оптичним спектральним і атомно-абсорбційним методами, залежність результату від якості та вмісту стандартних зразків, обмеженість застосування приладу до розміру зразка. Границі можливої основної відносної похибки характеристики перетворення для хімічних елементів усіх концентрацій – не більші $\pm 0,05\%$.

Визначення мікроструктури предметів сервірування столу зі срібла проводили в лабораторії Інституту надтвердих матеріалів імені В. М. Бакуля. Дослідження здійснювали на растровому електронному мікроскопі BS-340, що укомплектований цифровою системою аналізу зображення з високою роздільною здатністю і дозволяє отримати якісні дані від поверхні зразка при збільшеннях у діапазоні від 10 до 2×10^5 . Цей растровий електронний мікроскоп укомплектований енергетичним аналізатором рентгенівських спектрів Link-860.

Досліджувана область опромінюється тонко сфокусованим електронним пучком, при взаємодії з поверхнею зразка виникають такі типи сигналів: вторинні електрони, оже-електрони, характеристичне рентгенівське випромінювання та фотони різноманітних енергій. Об'ємність зображення виникає завдяки великій глибині фокуса растрового електронного мікроскопа (на відміну від оптичного мікроскопа), а також ефекту відтінення рельєфу поверхні вторинними електронами. Зображення з використанням відбитих електронів несе інформацію про фазовий склад зразка [8].

Виклад основного матеріалу дослідження. При виборі для досліджень предметів сервірування столу зі срібла користувались результатами проведеного нами анкетування (рис. 1, табл. 1).

В анкетуванні взяли участь представники провідних виробників столового срібла, які експонували свою продукцію на міжнародній спеціалізованій виставці «Ювелір Експо Україна».



Рис. 1. Призначення сучасних предметів сервірування столу зі срібла за результатами анкетування

Таблиця 1

Споживчі переваги щодо видового асортименту предметів сервірування столу зі срібла за результатами анкетування

Найменування	%
Чайні ложки	16
Кавові ложки	9
Столові ложки	11
Виделки	10
Ножі	8
Стопки	8
Чарки	10
Келихи	5
Чашки з блюдцями	8
Сільнички	2
Цукорниці	3
Прибори для вина і лікеру	8
Сервізи	2

Як видно з табл. 1, столове приладдя становить 54 % від загального попиту на предмети сервірування столу зі срібла, найбільшим попитом користуються чайні ложки. Тому для дослідження було обрано саме столове приладдя.

В Україні прийнято метричну систему проб. За цією системою проба визначається кількістю частин дорогоцінного металу в 1000 частин лігатурного сплаву [9]. Слід відзначити, що в Україні виробу зі срібла випускають переважно 925-ї проби.

Результати дослідження 50 зразків столового приладдя, виготовленого зі срібла, наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Хімічний склад предметів сервірування столу зі срібла

Хімічний елемент	Норма для 925-ї проби, % (ГОСТ 30649-99 [10])	Результати дослідження, %
Ag	92,5-93,0	89,1-95,6
Cu	7,0-7,5	4,4-10,9
Pb	0-0,004	-
Fe	0-0,10	0-0,2
Sb	0-0,002	-
Bi	0-0,002	-
O	0-0,01	-
Au	-	0-0,06
Всього домішок	0-0,12	0-0,2

Зупинимось на аналізі відповідності хімічного складу предметів сервірування столу зі срібла вимогам НД.

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що в цілому вміст срібла в сплавах предметів сервірування столу відповідає зазначеній пробі. Однак було виявлено виробу з нерівномірним розподілом срібла, в деяких точках вміст срібла був нижчим зазначеної проби. Таким чином, сплав срібла, що має 925 частин срібла, містить від 89,1 до 95,6 % Ag.

Відповідно, вміст міді в досліджених виробках коливається в більш широких межах, ніж затверджено в НД.

В результаті дослідження було виявлено виробу з більшим вмістом домішок, зокрема заліза (до 0,2 %) і золота (до 0,06 %).

Таким чином, окремі предмети сервірування столу зі срібла містять більшу загальну

суму домішок, ніж затверджено в НД, що пояснюється недостатнім афінажем сировинних матеріалів.

За допомогою растрового електронного мікроскопа, укомплектованого енергетичним аналізатором рентгенівських спектрів, були отримані зображення шліфованої поверхні предмета сервірування столу зі срібла у характеристичному випромінюванні AgL_{α} (рис. 2) і CuK_{α} (рис. 3).

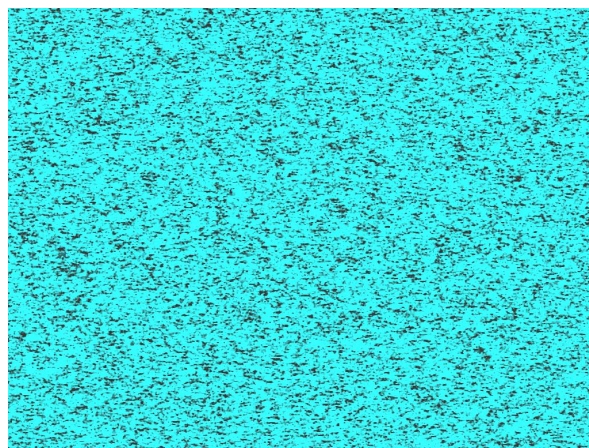


Рис. 2. Зображення шліфованої поверхні кавової ложки зі срібла 2004 р. виготовлення у характеристичному випромінюванні AgL_{α} (збільшення $500\times$)

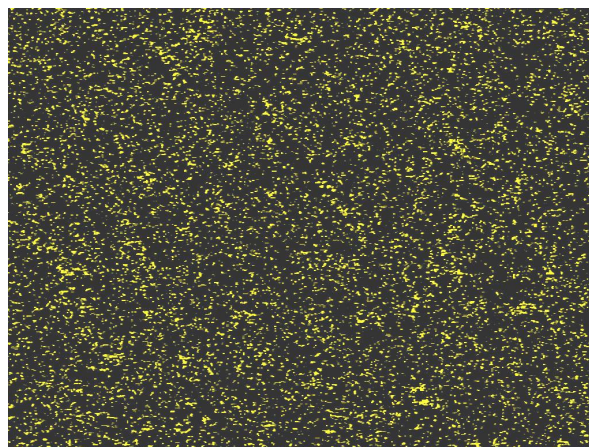


Рис. 3. Зображення шліфованої поверхні кавової ложки зі срібла 2004 р. виготовлення у характеристичному випромінюванні CuK_{α} (збільшення $500\times$)

Ці зображення підтверджують результати рентгенофлуоресцентного аналізу, який виявив незначні відхилення вмісту хімічних елементів в різних точках зразків.

Висновки. Дослідження хімічного складу предметів сервірування столу зі срібла показали відповідність вмісту срібла зазначеній пробі. Однак було виявлено виробки з нерівномірним розподілом срібла, в окремих точках вміст срібла був нижчим зазначеної проби. Встановлено, що деякі предмети містять більшу кількість домішок, ніж передбачено нормативною документацією.

Список літератури

1. Артюх Т. М. Теоретико-методологічні засади товарознавчої експертизи ювелірних коштовностей : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец. 05.19.08 «Товарознавство промислових товарів» / Т. М. Артюх ; КНТЕУ. – К., 2006. – 35 с.
2. Назимок М. М. Пробірний контроль. Експертна оцінка ювелірних виробів з дорогоцінних металів : навч. посіб. / Назимок М. М., Артюх Т. М., Шликов О. К. – К. : Воля, 2008. – 208 с.
3. Артюх Т. М. Проблеми безпечності та якості ювелірних виробів / Т. М. Артюх, І. В. Григоренко // Товари і ринки. – 2008. – № 1. – С. 131–138.
4. Архіпова Г. І. Вплив надлишкового вмісту важких металів у питній воді на організм людини / Г. І. Архіпова, Т. О. Мудрак, Д. В. Завертана // Вісник НАУ. – 2010. – № 1. – С. 232–235.
5. Торопкова (Пірковіч) К. А. Особливості хімічного складу та структури антикварних предметів сервірування столу, виготовлених зі срібла / К. А. Торопкова (Пірковіч) // Вісник КНТЕУ. Спецвипуск. – 2005. – № 3. – С. 198–203.
6. Ювелірні товари та побутові годинники / Т. М. Артюх, Л. В. Черняк, О. І. Сім'ячко, І. В. Григоренко. – К. : КНТЕУ, 2010. – 292 с.
7. Експертиза дорогоцінних металів та коштовного каміння / Т. М. Артюх, Л. В. Черняк, Н. Б. Марчук, К. А. Пірковіч. – К. : КНТЕУ, 2008. – 188 с.
8. Архіпова Т. Ф. Прикладне матеріалознавство : навч. посіб. / Т. Ф. Архіпова, А. Ю. Осадчук. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 60 с.

9. Серебро [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4022.html>
10. ГОСТ 30649-99. Сплавы на основе благородных металлов ювелирные. Марки. – Введ. 01.07.2002. – К. : Госстандарт Украины, 2002. – 9 с.

References

1. Artiukh, T. M. (2006) Theoretical and methodological principles of commodities expert examination of jewelry: author's abstract for D.Tech.Sc.: speciality 05.19.08 "Science of manufactured goods commodities". Kyiv: KNTEU, 35 p. [in Ukrainian].
2. Nazymok, M. M., Artiukh, T. M. and Shlykov, O. K. (2008) Testing control. Expert assessment of jewelry from precious metals. Kyiv: Volia, 208 p. [in Ukrainian].
3. Artiukh, T. M. and Hryhorenko, I. V (2008) Problems of safety and quality of jewelry. *Tovary i rynky*, (1), pp. 131–138 [in Ukrainian].
4. Arkhipova, H. I., Mudrak, T. O. and Zavertana, D. V. (2010) The influence of surplus contents of heavy metals in drinking water on human organism. *Visnyk NAU*, (1), pp. 232–235 [in Ukrainian].
5. Toropkova (Pirkovich), K. A. (2005) Peculiarities of chemical content and structure of antiquarian articles, made of silver, for table serving. *Visnyk KNTEU*, (3), pp. 198–203 [in Ukrainian].
6. Artiukh, T. M., Cherniak, L. V., Sim'iachko, O. I. and Hryhorenko, I. V. (2010) Jewelry articles and everyday watch. Kyiv: KNTEU, 292 p. [in Ukrainian].
7. Artiukh, T. M., Cherniak, L. V., Marchuk, N. B. and Pirkovich, K. A. (2008) Expert examination of precious metals and precious stones. Kyiv: KNTEU, 188 p. [in Ukrainian].
8. Arkhipova, T. F. and Osadchuk, A. Yu. (2013) Applied material science. Vinnytsia: VNTU, 60 p. [in Ukrainian].
9. Silver [Internet]. Available from: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4022.html>.
10. GOST 30649-99. (2002) Jewelry alloys based on precious metals. Brands. Introduced 01.07.2002. Kiev: Gosstandart Ukrainy, 9 p. [in Russian].

K. A. Pirkovich, *Ph.D, associate professor*,
L. V. Cherniak, *Ph.D, associate professor*
Kyiv National Trade and Economics University
Kioto str., 19, Kyiv, 02156, Ukraine
toropkova@rambler.ru

COMPOSITION OF ITEMS MADE OF SILVER FOR TABLE APPOINTMENTS

The ratio of chemical elements in silver alloy determines its technological and aesthetic properties and safety of use too. The article is devoted to the determination of composition of items made of silver for table appointments. Progressive methods of the analysis of precious alloys (X-ray fluorescence analysis and scanning electron microscopy) have been used.

The content of silver in table appointments corresponds to the specified sample. However, items with uneven distribution of silver have been found, at some points the silver content was below the specified sample. Thus, a silver alloy, which has 925 parts of silver, contains 89,1 to 95,6 % Ag. Items with higher content of admixtures, particularly iron (up to 0,2 %) and gold (up to 0,06 %), have been found.

Images of surface of silver item in characteristic radiation confirm the results of X-ray fluorescence analysis, which have revealed a slight deviation of chemical elements in different points of the samples.

Keywords: *table appointments made of silver, composition, admixtures, X-ray fluorescence analysis, microstructure.*

*Рецензенти: Т. М. Артюх, д.т.н., професор,
В. В. Індутний, д.геол.-мін.н, професор.*