

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕНТГЕНО-ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА СОСТАВА СПЛАВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ УКРАШЕНИЙ ИЗ МОГИЛЬНИКА БАТЫРСКИЙ 1. КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ

Ирина Викторовна Рукавишникова

Институт археологии РАН, Москва, Россия

rukavishnikovairina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2034-8659>

Анна Витальевна Антипенко

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

an.antipenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8699-3132>

Сергей Константинович Фридрихсон

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия

Аннотация. С помощью рентгено-флуоресцентного спектрометра были исследованы украшения из могильника Батырский 1 (район Новороссийска): одна бронзовая и 7 серебряных спиралевидных височных подвесок, две лунницы и гривна. Целью данной статьи является введение этих результатов в научный оборот и пополнение банка данных по металлам и сплавам античного Боспора. Комплекс украшений из могильника Батырский 1 демонстрирует достаточно высокий статус погребенных, которых в загробный мир сопровождали популярные украшения, сделанные из драгоценного высокопробного серебра. Лишь одна подвеска сделана из металла, имитирующего серебро.

Ключевые слова: Боспор, грунтовый могильник Батырский 1, спиралевидная височная подвеска, лунница, гривна, РФЛА, состав сплавов

Благодарности: Исследования проводились при поддержке Российской Федерации в лице Минобрнауки России в рамках Соглашения о предоставлении из федерального бюджета гранта в форме субсидии № 075-15-2023-010 от 21.02.2023 (15.СИН.21.0024).

RESULTS OF X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS OF THE ALLOY COMPOSITION OF METAL ORNAMENTS FROM THE CEMETERY OF BATYRSKII 1: A BRIEF COMMUNICATION

Irina V. Rukavishnikova

Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

rukavishnikovairina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2034-8659>

Anna V. Antipenko

V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

an.antipenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8699-3132>

Sergei K. Fridrikhson

V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

Abstract. The X-ray fluorescence spectrometer allowed the ones to study the ornaments from the cemetery of Batyrskii 1 (in the area of Novorossiysk): one bronze and seven silver spiral temple pendants, two lunular pendants, and one neck-ring. The purpose of this article is to introduce these results into the scholarship and to replenish the database on metals and alloys of the ancient Bosporos. The set of ornaments from the cemetery of Batyrskii 1 demonstrates a fairly high status of the buried persons, who were accompanied to the afterlife by popular ornaments made of precious high-grade silver. Only one pendant is made of metal imitating silver.

Keywords: Bosporos, flat cemetery of Batyrskii, spiral temple pendant, lunular pendant, neck-ring, X-Ray fluorescence analysis, alloy composition

Acknowledgments: This research was supported by the Russian Federation represented by the Ministry of Science and Higher Education within the framework of the Agreement on the Provision of the Grant from the Federal Budget in the form of Subsidy no. 075-15-2023-010 of 21.02.2023 (15.SIN.21.0024).

В 2023 году отрядом Института археологии РАН под руководством И. В. Рукавишниковой исследовался грунтовый могильник Батырский 1, располагающийся к югу от п. Верхнебаканский, в 10 км к северо-западу от Новороссийска. Открыты 22 погребальных комплекса, представляющие собой каменные ящики, захоронения в которых совершались по обряду ингумации. Более подробно могильник, а также найденные в нем украшения будут охарактеризованы в готовящейся публикации [3]. В данной краткой статье отметим только, что он, вероятно, оставлен местным «синдским» населением и датируется второй половиной IV – третьей четвертью III в. до н.э.

В различных погребениях могильника Батырский 1 было обнаружено 11 серебряных и бронзовых украшений (за исключением перстней, которые публикуются отдельно [2]). Для изучения рецептурных тенденций медных и серебряных сплавов, характерных для ювелирных изделий азиатского Боспора в IV–III вв. до н.э., с помощью рентгено-флуоресцентного спектрометра были исследованы следующие предметы: одна бронзовая и 7 серебряных спиралевидных височных подвесок, две лунницы и гривна. Целью данной статьи является введение этих результатов в научный оборот и пополнение банка данных по металлам и сплавам античного Боспора.

Изучение состава сплава металлических изделий проводилось в отделе естественно-научных методов в археологии Крыма НИЦ истории и археологии Крыма Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского на энергодисперсионном спектрометре Mistral M1 (Bruker), методом неразрушающего безэталонного рентгеновского флуоресцентного анализа (РФА). Прибор оснащен полупроводниковым кремний-дрейфовым детектором высокого разрешения (50 кэВ, мощность 50 Вт). Использовалось программное обеспечение – XSpecPro. Размер пучка на образце (изучаемая область) составлял 1,5×1,5 мм². Время измерения на каждой точке 20 с. Регистрация флуоресцентного излучения проводилась «на воздухе», что позволило детектировать элементы с атомным номером выше 17 (Cl). Исследование элементного состава проводилось для одиннадцати химических элементов: медь (Cu), цинк (Zn), олово (Sn), свинец (Pb), мышьяк (As), серебро (Ag), железо (Fe), золото (Au), никель (Ni), сурьма (Sb), марганец (Mn). Полученные результаты представлены в таблице 1. В ходе измерений выяснилось, что концентрация четырех элементов (Zn, Ni, Mn, As) ниже детектируемого порога спектрометра, поэтому эти металлы были исключены из таблицы.

Семь спиралевидных подвесок, скрученных в полтора оборота из массивного прута, имеющие четырехгранные пирамидальные навершия, изготовлены из высокопробного серебра, содержание которого превышает 95% и доходит почти до 99% (табл. 1, 1–4, 6, 7). В сплаве одной из таких подвесок фиксируется заметная концентрация золота (1,43%) и до 3% меди (табл. 1, 7). В остальных подвесках помимо серебра содержится только медь в количествах от 0,72 до 3,56%. Примесь золота в них очень незначительна (от 0,1 до 0,6%).

Бронзовая спиралевидная подвеска с гладкими четырехгранными окончаниями, венчающимися шарикам, сделана из бронзы с аномально высоким содержанием олова – от 53,58% и малым количеством свинца – 2,47% (табл. 1, 5). Мастер, отливший подобную подвеску, явно стремился придать ей вид серебряной. Известно, что содержание олова до 20–23% делало цвет сплава на основе меди золотисто-желтым, а повышение концентрации этого элемента в составе сплава до 24–28% – серо-стальным [5, с. 402–403]. Не исключено, что поверхность этого украшения подверглась распространившемуся к этому времени приему лужения, то есть покрывалась слоем олова, что обеспечивало прекрасную полируемость и серебристый цвет поверхности. Известно, что лужение низкооловянных зеркал активно практиковалось в Средиземноморье эллинистического и римского времени для придания им серебристого цвета и ослепительного блеска [6, р. 133, 134; 7, с. 255; 1, с. 75].

Две подвески-лунницы изготовлены из дрота, откованного из высокопробного серебра (Ag 96,83–98%) (табл. 1, 9, 10). В той, что имеет лучшую сохранность, почти нет меди и других примесей и чуть более 1% свинца, который в данном случае, вероятно, можно считать рудной примесью. Во второй, поврежденной, подвеске, наоборот, свинца

практически нет, а меди 1,5%. Возможно, лунницы сделаны из серебра, поступившего из разных источников.

Наконец, гривна из крученого дрота с петлевидными окончаниями изготовлена из серебра, в котором примерно 95% этого драгоценного металла, «разбавленного» медью (4%) (табл. 1,11). Отметим довольно низкое содержание примеси золота в этом сплаве (всего 0,37%), что роднит его с серебром спиралевидных подвесок (кроме найденной в погр. 10). Известно, что низкая примесь золота характерна для серебра из рудников Лавриона; это серебро, возможно, использовалось для чеканки ранних боспорских серебряных монет, а также и для изготовления серебряных украшений [8, р. 1045; 4, с. 476, 477].

В целом, комплекс украшений из могильника Батырский 1 демонстрирует достаточно высокий статус погребенных, которых в загробный мир сопровождали популярные украшения, сделанные из драгоценного высокопробного серебра. Лишь одна подвеска сделана из металла, имитирующего серебро.

Таблица 1. Состав сплава металлических украшений из могильника Батырский 1, в масс. %. Измерения 16.02.2024 и 7.03.2024 г. на спектрометре Mistral M1 (Bruker)

№ п/п	Описание предмета	Cu	Fe	Ag	Au	Pb	Sb	Sn
1	Спиралевидная подвеска, погр. № 18, оп. № 14	1,12	0	98,26	0,49	0	0	0,10
2	Спиралевидная подвеска, погр. № 18, оп. № 8	1,24	0	98,15	0,28	0,13	0	0,11
3	Спиралевидная подвеска, погр. № 18, оп. № 9	1,47	0	97,90	0,35	0,19	0	0,09
4	Спиралевидная подвеска, погр. № 17, оп. № 14	0,72	0	98,85	0,10	0,23	0	0,09
5	Бронзовая спиралевидная подвеска, № 11/15	41,83	0,92	0,42	0	2,47	0,78	53,58
6	Спиралевидная подвеска, погр. № 10, оп. № 9	3,56	0	95,57	0,61	0,19	0	0,07
7	Спиралевидная подвеска, погр. № 10, оп. № 14	2,77	0	95,26	1,43	0,38	0	0,13
8	Спиралевидная подвеска, погр. № 13, оп. № 6	1,21	0,25	98,38	0,04	0,08	0	0,03
9	Лунница, погр. № 10, оп. № 24	1,50	0,70	96,83	0,83	0,06	0,14	0,07
10	Лунница, погр. № 13, оп. № 5	0,26	0,47	98,00	0	1,12	0	0,08
11	Гривна, погр. № 10, оп. № 11	4,05	0	95,30	0,37	0,18	0	0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Новичихин А.М., Смекалова Т.Н., Кокоулин А.Г. Зеркало с сюжетными изображениями из Восточного Закубанья: междисциплинарное исследование // ПИФК. 2024. Вып. 2. С. 76–87.
- Трейстер М.Ю., Рукавишникова И.В., Бейлин Д.В. Бронзовые перстни с изображениями на щитках из могильника «Батырский 1» в районе Новороссийска // Материалы по археологии и истории античного и средневекового Причерноморья. 2024. Вып. 16 (в печати).
- Трейстер М.Ю., Рукавишникова И.В., Бейлин Д.В. Серебряные и бронзовые украшения из могильника IV–III вв. до н.э. «Батырский 1» в окрестностях Новороссийска // ПИФК. 2025 (в печати).

4. Чугаев А.В., Сапрыкина И.А. Эволюция источников монетного серебра на Боспоре в V–IV вв. до н.э. – II–III вв. н.э. по данным изотопного анализа Pb // МАИЭТ. 2022. Вып. XXVII. С. 467–490.
5. Шемаханская М.С. Феномен высокооловянистой посуды – от древности до наших дней // Исследования в консервации культурного наследия. Вып. 2. Материалы международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию юбилею ГосНИИР / отв. ред. А.В. Трезвов, Л.И. Лифшиц, О.В. Яхонт. М., 2008. С. 291–298.
6. Meeks N.D. Tin-rich surfaces on bronze – some experimental and archaeological considerations // *Archaeometry*. 1986. Vol. 28 (2). P. 133–162.
7. Meeks N. Surface Characterization of tinned bronze, high-tin bronze, tinned iron and arsenical bronze // *Metal Plating & Patination* / eds. S. La Niece, P.T. Craddock. Oxford, London: Butterworth-Heinemann Ltd., 1993. P. 247–275.
8. Smekalova T.N. Evolution of composition of monetary alloys of ancient Greek states on the Black Sea shores, basing on the data of x-ray-fluorescent spectroscopy with the example of Bosphoros Cimmerian // *Crystallography Reports*. 2018. Vol. 63. No. 6. 1043–1050. DOI: 10.1134/S1063774518060299.

REFERENCES

1. Novichikhin A.M., Smekalova T.N., Kokoulin F.G. Mirror with plot images from the eastern trans-kuban region: an interdisciplinary study. *Problemy istorii, filologii, kul'tury* [Journal of Historical, Philological and Cultural Studies], 2024, no. 2, pp. 76–87.
2. Treister M.Yu., Rukavishnikova I.V., Beylin D.V. Bronze Finger Rings with Images on Bezels from the Burial Ground “Batyrskiy 1” in the Novorossiysk Region. *Materialy po arkhologii i istorii antichnogo i srednevekovogo Prichernomor'ia* [Materials in Archaeology and History of Ancient and Medieval Black Sea Region], 2024, vol. 16 (in print).
3. Treyster M.Yu., Rukavishnikova I.V., Beilin D.V. Silver and bronze jewelry from the burial ground of the 4th–3rd centuries BC “Batyrskiy 1” in the vicinity of Novorossiysk. *Problemy istorii, filologii, kul'tury* [Journal of Historical, Philological and Cultural Studies], 2025 (in print).
4. Chugaev A.V., Saprykina I.A. Coin Silver Source's Evolution in Bosphoros from the Fifth–Fourth Centuries BC to the Second – Third Centuries AD According to Pb-Isotopic Analysis. *Materialy po arkhologii, istorii i etnografii Tavrii* [Materials in Archaeology, History and Ethnography of Tauria], 2022, vol. 27, pp. 467–490.
5. Shemakhanskaya M.S. The phenomenon of high-tin utensils – from antiquity to the present day. A.V. Tрезвов, L.I. Lifshits, O.V. Yakhont (eds.), *Issledovaniya v konservatsii kul'turnogo naslediya. Vyp. 2. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 50-letnemu yubileyu GosNIIR* [Studies in the conservation of cultural heritage. Vol. 2. Materials of the international scientific and methodological conference dedicated to the 50th anniversary of GosNIIR], Moscow, 2008, pp. 291–298.
6. Meeks N.D. Tin-rich surfaces on bronze – some experimental and archaeological considerations. *Archaeometry*, 1986, vol. 28 (2), pp. 133–162.
7. Meeks, N. Surface Characterization of tinned bronze, high-tin bronze, tinned iron and arsenical bronze. S. La Niece, P.T. Craddock (eds.), *Metal Plating & Patination*. Oxford, London, Butterworth-Heinemann Ltd., 1993, pp. 247–275.
8. Smekalova T.N. Evolution of composition of monetary alloys of ancient Greek states on the Black Sea shores, basing on the data of x-ray-fluorescent spectroscopy with the example of Bosphoros Cimmerian. *Crystallography Reports*, 2018, vol. 63, no. 6, 1043–1050. DOI: 10.1134/S1063774518060299.

Информация об авторах

Рукавишникова И. В. – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник отдела скифо-сарматской археологии Института археологии РАН.

Антипенко А. В. – научный сотрудник Лаборатории «Византийский Крым» Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского, Researcher ID: U-2937-2019.

Фридрихсон С. К. – лаборант-исследователь отдела естественнонаучных методов в археологии НИЦ истории и археологии Крыма Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского.

Authors information

Rukavishnikova I. V. – Candidate of Science (History), Research Fellow at the Scytho-Sarmatia Archaeology Department of the Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences.

Antipenko A. V. – Researcher at the at the Byzantine Crimea Laboratory of the V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Researcher ID: U-2937-2019.

Fridrikhson S. K. – Research assistant of the Department of natural science methods in archaeology at the History and Archaeology of the Crimea Research Centre of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University.