

ISSN 1561-8323 (Print)  
ISSN 2524-2431 (Online)

**СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ**  
**SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES**

УДК 902.2:739  
<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2021-65-2-241-246>

Поступило в редакцию 19.03.2021  
Received 19.03.2021

**И. В. Магалинский**

*Полоцкий государственный университет, Новополоцк, Республика Беларусь*

**НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ИЗДЕЛИЙ  
ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ X–XVIII вв. С ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОЙ  
И ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ**

*(Представлено членом-корреспондентом А. А. Коваленей)*

**Аннотация.** Представлены результаты анализа новых данных по элементному составу изделий из цветных металлов с территории отдельных археологических памятников Северной и Центральной Беларуси. Автор выделяет два основных этапа в цветной металлообработке региона: X–XIII и XIV–XVIII вв. Отмечается, что для периода X–XIII вв. характерно существенное преобладание медно-цинковых сплавов со средними и высокими концентрациями цинка в металле. При этом важную роль играют также бронзовые сплавы, которые составляют 35 % от общего количества исследованных предметов. Образцы, состоящие из медно-цинковых и бронзовых сплавов, отличаются также содержанием значительного количества свинца. Делается вывод, что цветная металлообработка XIV–XVIII вв. характеризуется преемственностью традиций с ремесленным производством предыдущей эпохи, что проявилось в широком распространении медно-цинковых сплавов, а также оловянно-свинцовых и многокомпонентных бронз. В то же время существенным отличием является увеличение доли сплавов с высокими концентрациями легирующих компонентов.

**Ключевые слова:** археометаллургия, археология Беларуси, ювелирное производство, материальная культура, химический состав древних металлов

**Для цитирования.** Магалинский, И. В. Новые данные по химическому составу изделий из цветных металлов X–XVIII вв. с территории Северной и Центральной Беларуси / И. В. Магалинский // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2021. – Т. 65, № 2. – С. 241–246. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2021-65-2-241-246>

**Ihar U. Mahalinski**

*Polotsk State University, Nowopolotsk, Republic of Belarus*

**NEW DATA ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE NON-FERROUS METAL PRODUCTS  
OF THE X–XVIII CENTURIES ON THE TERRITORY OF NORTHERN AND CENTRAL BELARUS**

*(Communicated by Corresponding Member Aleksandr A. Kovalenya)*

**Abstract.** The article presents the results of analysis of new data on the elemental composition of non-ferrous metal products on the territory of certain archaeological sites in Northern and Central Belarus. The author distinguishes two main stages in the non-ferrous metalworking of the region: the X–XIII centuries and XIV–XVIII centuries. It is noted that the period of the X–XIII centuries is characterized by a significant predominance of copper-zinc alloys with average and high concentrations of zinc in metal. Meanwhile, bronze alloys also play an important role, accounting for 35 % of the total number of the items studied. Samples made of copper-zinc and bronze alloys are also characterized by a significant amount of lead. As a result of the analysis of the data on the elemental composition of non-ferrous metal products of the XIV–XVIII centuries, it is concluded that non-ferrous metalworking of this period is characterized by the continuity of traditions with handicraft production of the previous period, which manifested itself in the widespread use of copper-zinc alloys, as well as of tin-lead and multicomponent bronzes. At the same time, a significant difference is the increase in the proportion of alloys with high concentrations of alloying components.

**Keywords:** archaeometallurgy, archeology of Belarus, jewelry production, material culture, chemical composition of ancient metals

**For citation.** Mahalinski I. U. New data on the chemical composition of the non-ferrous metal products of the X–XVIII centuries on the territory of Northern and Central Belarus. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2021, vol. 65, no. 2, pp. 241–246 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2021-65-2-241-246>

**Введение.** Современные исследования в области археометаллургии предусматривают использование комплексного подхода к изучению продукции металлообрабатывающих ремесел. В этом контексте большое значение имеет анализ химического состава изделий из драгоценных и других цветных металлов. Исследование элементного состава таких металлов, наряду с изучением их структуры и следов производственных операций на поверхности готовых предметов, открывает большие возможности для установления характера эволюции древней технологии, выявления направлений культурно-торговых контактов, относительного датирования артефактов.

Масштабное изучение химического состава цветного металла с территории Северной и Центральной Беларуси начато нами в 2009 г. В результате совместной работы с исследователями из Института физики НАН Беларуси в период с 2009 по 2014 г. было сделано 167 анализов химического состава металлов из материалов археологических исследований Полоцка [1; 2].

Работа по изучению химического состава цветного металла из археологических исследований с территории Северной и Центральной Беларуси была продолжена в 2020 г. В результате был изучен химический состав 316 изделий, происходящих из Полоцка, поселений Бирули, Кордон и Лучно.

Исследование образцов проводилось методом оптико-эмиссионного спектрального анализа в отделе «Испытательно-исследовательский центр» Полоцкого государственного университета под руководством С. Ф. Денисенка на портативном искровом оптико-эмиссионном спектрометре SPECTROPORT производства Spectro Analytical Instruments GmbH (Германия).

Для анализа полученных данных использовалась классификация сплавов Дж. Ридерера, дополненная российскими исследователями Н. В. Ениосовой, Р. А. Митяном и Т. С. Сарачевой. Эта схема основана на результатах многочисленных исследований химического состава металлов из разных регионов Восточной Европы и отражает основные закономерности средневековой металлообработки [3].

Цель данного сообщения – введение в научный оборот новых данных по элементному составу изделий из цветных металлов X–XVIII вв., происходящих из материалов археологических исследований на территории Северной и Центральной Беларуси.

**Основная часть.** В результате проведенного исследования образцов выделено два периода в развитии цветной металлообработки исследуемого региона в X–XVIII вв.: 1) X–XIII вв. (241 образец); 2) XIV–XVIII вв. (72 образца). Полученные данные возможно рассматривать в нескольких хронологических и территориальных контекстах, что позволяет выявить определенные закономерности в использовании тех или иных типов металлического сырья для производства готовых изделий.

В результате исследования элементного состава изделий из цветных металлов X–XIII вв. установлено общее преобладание медно-цинковых сплавов со средними и высокими концентрациями цинка (рис. 1).

Среди образцов X–XI вв., происходящих из материалов исследований торгово-ремесленного поселения Бирули, изделия из медно-цинковых сплавов составляют 68 % выборки. При этом значительное количество образцов представлено предметами со средними и высокими концентрациями цинка в металле (79 % от общего количества латунных сплавов). Цветной металл поселения Кордон также характеризуется преобладанием медно-цинковых сплавов, которые составляют 52 % выборки. Образцы представлены изделиями со средними и высокими концентрациями цинка. Преобладание медно-цинковых сплавов (33 % выборки) со значительными концентрациями Zn характерно также для цветной металлообработки Полоцка X–XIII вв.

Наиболее распространенным типом латунных сплавов на всех исследованных памятниках являются многокомпонентные высокоцинковые латуни, отличительной особенностью которых является содержание в высоких концентрациях свинца.

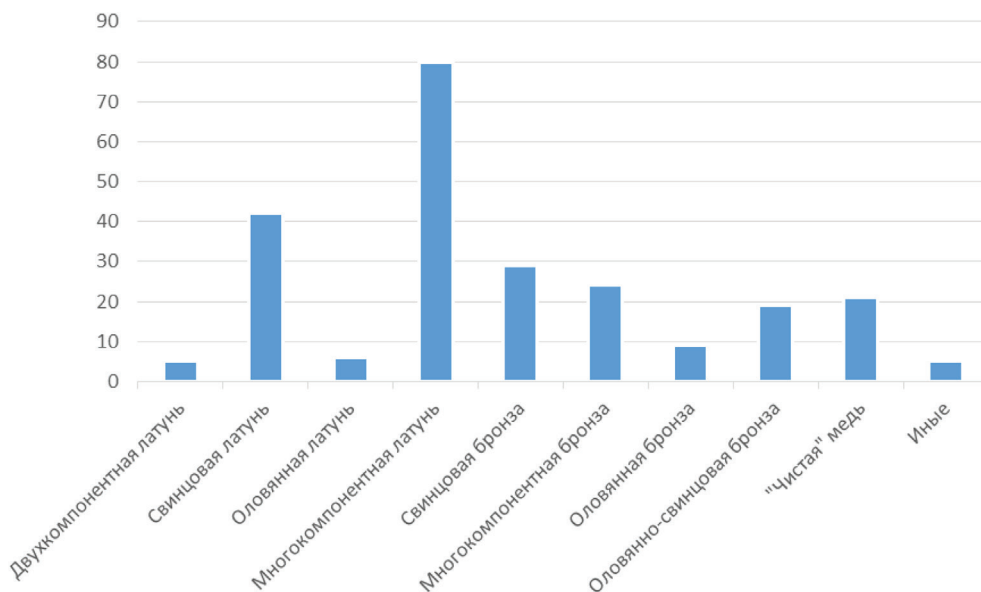


Рис. 1. Элементный состав изделий из цветных металлов X–XIII вв. с территории Северной и Центральной Беларуси

Fig. 1. Elemental composition of non-ferrous metal products of the X–XIII centuries from the territory of Northern and Central Belarus

Наличие в сплавах значительного количества Zn указывает на использование ремесленниками для производства изделий сырьевого металла, в минимальной степени подвергнувшегося переплавкам (при каждой плавке происходит снижение концентрации цинка в сплаве от 1 до 10 %) [4]. Факт поступления на территорию Северной и Центральной Беларуси «свежего» металла подтверждается также результатами анализа сырьевых слитков и отходов производства, которые содержат цинк в высоких концентрациях. Кроме того, даже среди изделий, изготовленных из многокомпонентных латуней, которые являлись результатом смешивания металлического лома, существенно преобладают образцы со средним и высоким содержанием цинка. Исключением из ряда высокоцинковых латунных сплавов являются свинцовые латуни, среди которых встречены образцы с низким содержанием Zn (<5 %).

Следует отметить, что широкое распространение медно-цинковых сплавов на территории Северо-Западной Руси и Прибалтики установлено в результате изучения данных многочисленных анализов элементного состава изделий, происходящих из указанного региона. Между тем, на территории Северо-Западной Руси преобладают латуни с низким и средним содержанием цинка в сплавах, что свидетельствует об ограниченном доступе местных мастеров к источникам чистого металла [3]. Характерное для наших материалов преобладание изделий со средними и высокими концентрациями цинка может указывать на более тесные контакты региона с Прибалтикой и Скандинавией, которые могли являться посредниками в вопросах поступления на территорию комплекса сырьевого металла из центров производства латуней в Германии и Бельгии, начавшегося в X в. [5].

Бронзовые сплавы играли второстепенную роль в цветной металлообработке на территории торгово-ремесленного поселения Бирули (26 % выборки). Изделия выделяются высоким процентным содержанием свинца и олова в сплавах. Близкое количество бронзовых сплавов обнаружено также в ходе изучения цветного металла поселения Кордон – 30 %. Для сплавов характерно преобладание свинцовой бронзы («грязной» меди), а также высокие концентрации свинца, часто превышающие 20 %.

На этом фоне выделяется число изделий из бронзовых сплавов в полоцкой выборке. Среди образцов X–XIII вв. предметы из бронз составляют 61 % от общего количества исследованных артефактов. Изделия выделяются высоким содержанием олова и свинца, при этом преобладают оловянные, оловянно-свинцовые и многокомпонентные бронзы.

Важной особенностью изделий из латунных и бронзовых сплавов X–XIII вв. является наличие в металле значительных концентраций свинца. Данное обстоятельство невозможно объяснить технологическими особенностями производственных операций, ведь добавление свинца в медь может улучшить ее текучесть лишь в концентрациях, не превышающих 1 % [4]. Подобные концентрации Pb могут объясняться тем, что для создания сплава использовалась медь, загрязненная свинцом, либо специально им легированная. На последнее может указывать обнаружение в выборке сырьевого слитка и металлического выплеска. Возможной причиной легирования меди значительным количеством свинца может являться большая доступность данного металла для местных мастеров, которые смешивали с ним более редкую медь с целью увеличения ее количества без существенного изменения свойств сплава.

Изделия из «чистой» меди составляют 9 % от общего количества исследованных образцов. При этом следует отметить существенное количество предметов из данного металла, происходящих из исследований на поселении Кордон (13 экз.), и малое количество из Полоцка (3 экз.). Наличие в выборке изделий из «чистой» меди указывает на стабильное поступление на территорию памятника «чистого» металла, вероятно, в виде готовых изделий и металлического лома.

В результате проведенного исследования изделий из цветных металлов XIV–XVIII вв. установлено, что основным типом сырья, которое использовалось для ювелирного производства на территории Северной и Центральной Беларуси, являлись медно-цинковые сплавы (двойные, свинцовые, оловянные и многокомпонентные латуни) – 46 % от общего количества исследованных образцов (рис. 2).

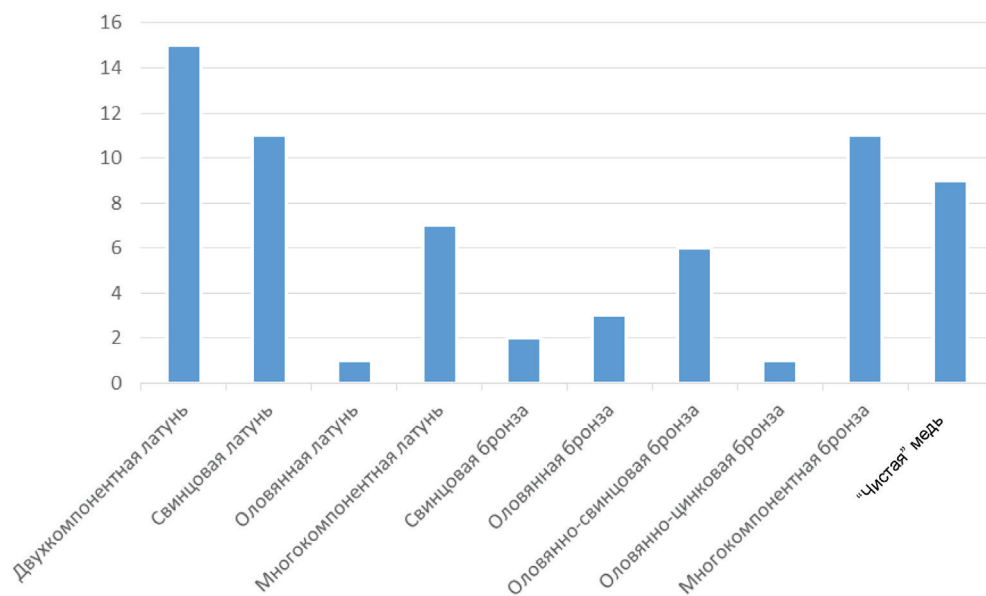


Рис. 2. Элементный состав изделий из цветных металлов XIV–XVIII вв. с территории Северной и Центральной Беларуси

Fig. 2. Elemental composition of non-ferrous metal products of the XIV–XVIII centuries from the territory of Northern and Central Belarus

В выборке, в отличие от предыдущего периода, наибольшим числом представлены изделия из двухкомпонентных латуней. Предметы отличаются высоким содержанием цинка, которое колеблется преимущественно в пределах 10–20 %. Наибольшее значение Zn обнаружено в металле пластинки (Zn = 53 %). Подобные высокие концентрации данного элемента присущи также свинцовым и многокомпонентным латуням, среди которых обнаружены изделия, содержащие цинк в пределах 21–30 %, при этом в четырех артефактах зафиксировано более 28 % Zn, что возможно только при использовании мастерами металлического цинка. Установлено, что концентрация этого металла, превышающая 28 %, наиболее характерна для изделий, изготовленных во второй половине XVIII – XIX в., что подтверждается данными анализов христианской металлопластики

[6]. Наиболее вероятно, что предметы, которые содержали низкие концентрации летучего цинка, были сделаны из металлического лома, в то время как для производства продукции со средними и высокими концентрациями Zn использовался относительно чистый металл. Медно-цинковые сплавы имели широкое распространение в пределах исследованной территории и в более раннее время.

Существенное значение в цветной металлообработке региона играют бронзовые сплавы (свинцовая, оловянная, оловянно-свинцовая, оловянно-цинковая и многокомпонентная бронзы) – 33 % выборки. При этом преобладают многокомпонентные и оловянно-свинцовые бронзы со средним и высоким содержанием олова.

Важную роль в ювелирном производстве XIV–XVIII вв. продолжала играть «чистая» медь, которая представлена 9 предметами, часть из которых является фрагментами металлической посуды. Кроме того, три предмета, для которых был исследован химический состав, представлены слитками и заготовкой, что указывает на их непосредственное использование в ремесленном производстве в качестве сырьевого металла.

**Заключение.** В результате проведенного анализа данных по элементному составу изделий из цветных металлов X–XVIII вв. из отдельных археологических памятников на территории Северной и Центральной Беларуси можно сделать следующие выводы:

1. Цветная металлообработка X–XIII вв. характеризуется существенным преобладанием медно-цинковых сплавов, которые в среднем составляют 55 % от общего количества исследованных образцов. Среди цинкосодержащих сплавов преобладают многокомпонентные и свинцовые латуни со средними и высокими концентрациями цинка в металле. Наличие в выборке значительного количества высокоцинковых сплавов, особенно многокомпонентных, указывает на доступ ремесленников к источникам чистого металла. Существенную роль в цветной металлообработке региона играют также бронзовые сплавы, которые составляют 35 % от общего количества исследованных предметов. Образцы, состоящие из медно-цинковых и бронзовых сплавов, отличаются также содержанием значительного количества свинца, которое стоит объяснять стремлением ремесленников увеличить количество сырья за счет разбавления меди более доступным свинцом без существенной потери свойств сплавов.

2. Цветная металлообработка на территории Северной и Центральной Беларуси XIV–XVIII вв. в целом характеризуется преемственностью традиций с ремесленным производством предыдущего периода, что проявляется в широком распространении медно-цинковых сплавов (46 % выборки), а также оловянно-свинцовых и многокомпонентных бронз. В то же время существенным отличием является увеличение доли сплавов с высокими концентрациями легирующих компонентов. Большое количество металлических сплавов со значительными содержаниями цинка и олова свидетельствует о доступе местных ремесленников к источникам сырьевого металла. Это следует считать результатом интенсификации прямых торговых контактов с отдельными странами Центральной и Западной Европы, где находились месторождения основных цветных металлов, а также Российской империи, где с середины XVIII в. создаются промышленные предприятия по получению металлического цинка.

#### Список использованных источников

1. Магалинский, И. В. Применение данных лазерного спектрального анализа химического состава цветных металлов при изучении ювелирного ремесла Полоцка X–XVII вв. / И. В. Магалинский, С. Н. Райков // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2014. – Т. 58, № 2. – С. 119–122.
2. Вынікі даследавання хімічнага складу вырабаў з каляровых металаў з ювелірнага майстэрні XII ст. на тэрыторыі Запалоцкага пасада Полацка / І. У. Магалінскі [і інш.] // Беларуская Падзвінне: вопыт, метадыка і вынікі палявых і міждысцыплінарных даследаванняў: у 2 ч. – Наваполацк, 2016. – Ч. 1. – С. 98–100.
3. Ениосова, Н. В. Химический состав ювелирного сырья эпохи средневековья и пути его поступления на территорию Древней Руси / Н. В. Ениосова, Р. А. Митоян, Т. Г. Сарачева // Цветные и драгоценные металлы и их сплавы на территории Восточной Европы в эпоху средневековья. – М., 2008. – С. 107–188.
4. Ениосова, Н. В. Химический состав цветного металла из Гнёздова / Н. В. Ениосова // Исторический журнал: научные исследования. – 2016. – № 6. – С. 724–733. <https://doi.org/10.7256/2222-1972.2016.6.19186>
5. Ениосова, Н. В. Сырьевые слитки новгородских ювелиров / Н. В. Ениосова, В. К. Сингх, А. М. Степанов // Нескончаемое лето: сб. ст. в честь Елены Александровны Рыбиной. – Великий Новгород, 2018. – С. 62–73.



6. Сальникова, И. В. Элементный анализ православного медного художественного литья как способ химико-технологической атрибуции / И. В. Сальникова // Вестн. НГУ. Сер. История, филология. – 2016. – Т. 15, № 5. – С. 50–69.

### References

1. Mahalinski I. U., Raikov S. N. Application of the laser spectral analysis data of the chemical composition of non-ferrous metals for the study of the jewellery craft in Polotsk in the X–XVII centuries. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2014, vol. 58, no. 2, pp. 119–122 (in Russian).
2. Mahalinski I., Belkov M., Shabunya-Klyachkovskaya A., Grishanov I., Tarkayla A., Kotz A. The results of the chemical composition of products from non-ferrous metals with a jeweler's shop in the XII century from the Polotsk Zapolotski tenement. *Belaruskae Padzvinne: vopyt, metodyka i vyniki palyavyh i mizhdyscyplinarnyh dasledavannyai. Chastka 1* [Belarusian Podvinye: experience, methodology and results of field and interdisciplinary research. Part 1]. Novopolotsk, 2016, pp. 98–100 (in Belarussian).
3. Eniosova N. V., Mitoyan R. A., Saracheva T. G. Chemical composition of jewellery raw materials of the Middle Ages and the ways of its entry into the territory of Ancient Russia. *Cvetnye i dragocennye metally i ih splavy na territorii Vostochnoj Evropy v jepokhu srednevek'ya* [Non-ferrous and precious metals and alloys inside Eastern Europe during Middle Ages]. Moscow, 2008, pp. 107–188 (in Russian).
4. Eniosova N. V. The chemical composition of non-ferrous metal from Gnezdovo. *Istoricheskii zhurnal: nauchnye issledovaniya = Historical Journal: scientific research*, 2016, no. 6, pp. 724–733. <https://doi.org/10.7256/2222-1972.2016.6.19186>
5. Eniosova N. V. Raw ingots of Novgorod jewelers. *Neskonchaemoe leto: sbornik statei v chest' Eleny Aleksandrovny Rybinoi* [Endless summer: a collection of articles in honor of Elena Alexandrovna Rybina]. Veliky Novgorod, 2018, pp. 62–73 (in Russian).
6. Salnikova I. V. Elemental analysis of orthodox copper art casting as a method of chemico-technological attribution. *Vestnik NGU. Seriya Istoriya, filologiya = Vestnik NSU. Series History and Philology*, 2016, vol. 15, no. 5, pp. 50–69 (in Russian).

### Информация об авторе

Магалинский Игорь Владимирович – канд. ист. наук, доцент. Полоцкий государственный университет (ул. Блохина, 29, 211440, Новополоцк, Витебская область, Республика Беларусь). E-mail: i.mahalinski@psu.by.

### Information about the author

Mahalinski Ihar U. – Ph. D. (History), Associate professor. Polotsk State University (29, Blokhin Str., 211440, Novopolotsk, Vitebsk region, Republic of Belarus). E-mail: i.mahalinski@psu.by.