

**СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ**

УДК 94(476.5)(043)

*И. В. МАГАЛИНСКИЙ, С. Н. РАЙКОВ***ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА  
ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЮВЕЛИРНОГО РЕМЕСЛА ПОЛОЦКА X–XVII ВВ.***(Представлено академиком М. П. Костюком)**Полоцкий государственный университет, Новополоцк**Поступило 04.04.2014*

**Введение.** Исследование продукции средневекового ювелирного ремесла из драгоценных и других цветных металлов продолжает оставаться актуальной задачей, стоящей перед современной белорусской археологической наукой. Традиционные подходы к изучению данной категории артефактов чаще всего ограничиваются использованием стандартного набора общенаучных и специальных методов, широко распространенных в археологии (типологический, стратиграфический, иконографический и др.).

Не отрицая значения данных методов для исследования археологического артефакта, важно отметить, что на современном этапе огромное значение имеет всестороннее изучение археологических материалов с привлечением методов естественных наук. Одним из наиболее важных направлений междисциплинарного синтеза представляется анализ химического состава археологической находки. Он позволяет установить происхождение и состав материала, а также технологию производства изделия. Решение этих задач является необходимым условием исследования особенностей распространения и происхождения производственных традиций, экономических связей у древних народов, истории технологии и др.

Цель публикации – показать возможности использования результатов лазерного спектрального анализа химического состава средневековых изделий из драгоценных и других цветных металлов для исследования ювелирного производства X–XVII вв. на примере Полоцка.

**Основная часть.** В качестве предмета исследования были использованы изделия из драгоценных и других цветных металлов X–XVII вв., обнаруженные при археологических исследованиях культурного слоя одного из крупных средневековых городских центров на территории Беларуси – Полоцка. В ходе работ собрано 1294 артефакта из цветных металлов, которые по сфере их использования можно отнести к нескольким категориям: хозяйственные и бытовые изделия, предметы христианского культа, предметы вооружения, украшения и детали одежды, предметы письменности.

Химический состав сырьевого металла, используемого полоцкими ювелирами для изготовления изделий в X–XVII вв., был определен по 149 предметам разных категорий в Институте физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси под руководством доктора физико-математических наук С. Н. Райкова. В некоторых случаях (составные изделия) пробы брались из разных частей предмета, что увеличило общее количество анализов до 166.

При исследовании химического состава изделий использовался лазерный спектральный анализатор, являющийся разработкой Института физики НАН Беларуси. Важнейшими особенностями лазерного метода спектрального анализа являются экспрессный анализ в режимах практически неразрушающего контроля, реального времени, *in situ*; отсутствие или минимальная предварительная подготовка пробы; высокая локальность и возможность определения элемент-

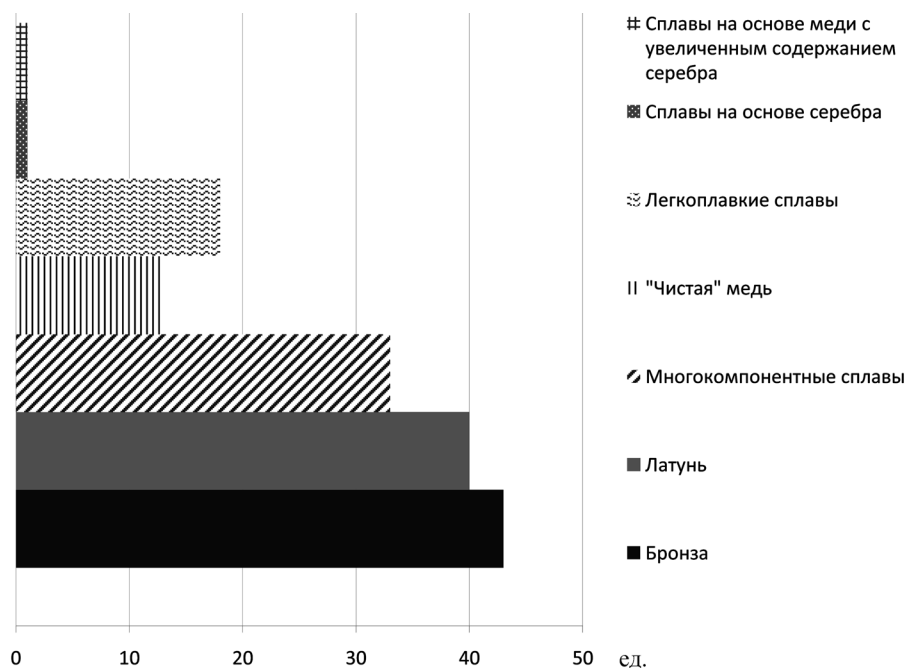
ного состава микроколичества вещества; стехиометрическое (практически безизбирательное) испарение образца; исключение изменения первоначального элементного состава пробы; проведение одновременного многоэлементного анализа, а также определение макро-, микро- и следовых содержаний элементов; возможность реализации безэталонных алгоритмов анализа. С помощью лазерных источников возбуждения можно анализировать как проводящие, так и диэлектрические материалы, решать задачи локального, поверхностного, послойного, динамического анализа, изучать однородность материалов и распределение элементов.

Лазерный спектральный анализ был широко использован для анализа химического состава арабских куфических дирхамов из знаменитого Козьянковского клада. Результатом этой работы стало создание информационной базы, содержащей сведения о химическом составе монет [1].

Для установления типов сплавов (металлургических групп), к которым относятся полоцкие артефакты, использовалась общепринятая в современных исследованиях по средневековой металлообработке классификация, предложенная Й. Ридерером и доработанная российскими исследователями Н. В. Ениосовой, В. А. Митояном и Т. Г. Сарачевой. Она основана на многочисленных данных анализов химического состава металлов из разных регионов Восточной Европы и отражает основные закономерности использования различных типов сплавов в средневековой металлообработке. Данная классификация успешно применялась для изучения особенностей ювелирного производства X–XV вв. в ряде средневековых центров на территории Российской Федерации (Новгород, Псков, Серенск, Москва и др.). В последние годы эта классификация получила хронологическое расширение и уже охватывает изделия из цветных металлов XIV–XVII вв. [3]. **Принято считать, что примеси к меди, олову, свинцу или цинку, начиная с 1 %, приводят к изменению свойств металла.** Таким образом, данная концентрация примесей может быть использована для разделения металлов на «чистые» и сплавы [2]. Исходя из данных примененного спектрального анализа, в полоцкой коллекции представлены сплавы на основе меди (130 экз.), олова (8 экз.) и свинца (10 экз.). Один предмет изготовлен из сплава на основе серебра (рисунок). Лазерный спектральный анализ также использовался для изучения химического состава остатков металла на стенках тиглей для плавки цветных металлов, что позволило уточнить сведения о характере используемого сырья. В результате изучения состава металлических натеков на стенках одного тигля из раскопок Г. В. Штыхова (1961 г.) на Верхнем замке Полоцка было установлено, что данная емкость использовалась для плавки оловянной бронзы (22 % олова). Анализ натеков металла на двух тиглях из раскопок С. В. Тарасова на территории Великого посада (1987–1988 гг.) показал, что в одной емкости плавилась медь и олово, а в другой – многокомпонентная латунь с большим содержанием цинка (24,86 %). Исследование химического состава металлических остатков на внутренней поверхности двух тиглей из раскопок Д. В. Дука (2005 г.) на Великом посаде показало, что в одной посудине плавилась медь и олово (следы), а в другой – цинк, олово, медь и серебро (цинк преобладает). Данные, полученные в ходе изучения химического состава остатков металла на стенках плавильных сосудов, соответствуют результатам изучения состава готовых изделий и их заготовок.

Выявление закономерностей химического состава различных изделий из цветных металлов с территории Полоцка позволило установить, что по своим типологическим отличиям и особенностям химического состава они наиболее близко стоят к соответствующим древностям синхронных памятников Северо-Западной Руси. Важным направлением культурных контактов являлись также прибалтийские земли. Кроме типологических особенностей отдельных предметов, доказательством связей с прибалтийской технологией металлообработки является химический состав металла этих артефактов. Характерное для Прибалтики преобладание медно-цинковых сплавов со средней и высокой концентрацией цинка фиксируется и на полоцких материалах. Политическая история Полоцка содействовала сохранению этих культурных влияний на протяжении всего исследуемого периода.

На разных этапах истории в зависимости от геополитических и экономических обстоятельств определенную роль в структуре торговли и направлениях культурной диффузии играли также и более отдаленные территории. Для периода X–XII вв. актуальным являлся культурный вектор, связывающий север с юго-востоком. Скандинавия была одним из важнейших центров



Распределение изделий из цветных металлов X–XVII вв. из Полоцка по типам сплавов

поступления металлического сырья на территорию Полоцка, также как и страны Востока. В результате политических событий XIII в. происходит ослабление контактов с Южной Русью, в структуре международной торговли увеличивается роль Западной и Центральной Европы.

В ходе работы по изучению химического состава изделий из цветных металлов X–XVII вв. с территории Полоцка были сделаны следующие выводы:

1. В химическом составе изделий из цветных металлов X–XVII вв., которые происходят из Полоцка, преобладают сплавы на основе меди с увеличенным содержанием цинка (41,61 % выборки). Концентрация Zn в этих сплавах высокая (до 25,71 %). Бронзовые сплавы составляют 36,24 % выборки при преобладании оловянно-свинцовых бронз с низким содержанием олова. Легкоплавкие сплавы на основе олова и свинца составляют 12,1 % выборки, «чистая» медь – 8,75 %.

2. Выделяются два хронологических периода в использовании отдельных типов сплавов: XI–XIII вв. – широкое распространение получают латуни с высокой концентрацией цинка и низкооловянистые бронзы, используются многокомпонентные латуни и бронзы, сплавы на основе олова и свинца, «чистая» медь; XIV–XVII вв. – сокращение в выборке медно-цинковых и бронзовых сплавов, многокомпонентной латуни; количество изделий из многокомпонентной бронзы, сплава на основе олова и свинца, «чистой» меди остается стабильным.

3. Типологические особенности и отличительные черты химического состава изделий из цветных металлов определяют культурно-экономические связи Полоцка X–XVII вв. Выделяются два основных вектора поступления металлического сырья на территорию города и культурно-экономических связей, которые в той или иной степени являлись актуальными на протяжении X–XVII вв.: западный (Западная, Центральная и Северная Европа); восточный (Арабский халифат, Волжская Булгария). Традиционными в культурно-торговых связях Полоцка на разных исторических этапах были Северо-западная Русь и Прибалтика, а также Южная Русь, Скандинавия.

4. На территории города существовало собственное производство широкого ассортимента изделий из цветных металлов, что подтверждается не только находками специального инструментария для их изготовления, но и химическим составом готовых предметов. Важное место в полоцком производстве отводилось латуням (преобладает свинцовая латунь) и бронзам (оловянно-свинцовая бронза). Медно-цинковые сплавы с высокими концентрациями цинка в основном использовались для изготовления предметов, которые имеют аналоги в прибалтийском материале (фибулы, звериноголовые браслеты и др.). Оловянно-свинцовая бронза являлась сырьем

для производства предметов, которые имеют восточнославянские корни (предметы христианского культа, отдельные виды подвесок и др.). Таким образом, можно говорить о существовании двух традиций в цветной металлообработке Полоцка X–XVII вв., которые можно назвать «прибалтийской» и «восточнославянской». Большой процент металлов с увеличенным содержанием цинка позволяет относить Полоцк к «прибалтийской» зоне распространения сплавов, которой присущи именно эти особенности.

**Заключение.** Научный синтез археологии и естественнонаучных дисциплин в области изучения особенностей химического состава и технологии производства изделий из цветных металлов представляется особенно актуальным. Он позволяет расширить наши представления относительно особенностей состава сырья, используемого для разных видов изделий мастерами-ювелирами в X–XVII вв., а также выделить основные направления культурно-экономических связей отдельных регионов в древности.

## Литература

1. Бельков М. В., Райков С. Н. // Козьянковский клад арабских куфических дирхамов IX–X веков из музейного собрания Национального Полоцкого историко-культурного музея-заповедника. Полоцк, 2011. С. 27.
2. Енисова Н. В., Митоян Р. А., Сарачева Т. Г. // Цветные и драгоценные металлы и их сплавы на территории Восточной Европы в эпоху средневековья. М., 2008. С. 128.
3. Персов Н. Е., Сарачева Т. Г., Солдатенкова В. В. // Археология Подмосковья: материалы науч. семинара. М., 2009. Вып. 5. С. 270.

*I. U. MAHALINSKI, S. N. RAIKOV*

mahalinski@yandex.ru

## 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

### Summary

In this article, the author presented the results of using the methods of natural sciences (analysis data of the chemical composition of articles) for the study of the manufacture of products made of non-ferrous metals in medieval Polotsk. Based on 166 analyses of 149 products (whole amount of collected products is 1294), the peculiarities of raw material that was used by handicraftsmen for producing different categories of artifacts are discovered. The chemical analysis of non-ferrous metals enables one to trace the main directions of delivery of articles and raw material for their production in the territory of the town (North-West Russia and the Baltic region) and to distinguish the peculiarities of manufacturing articles made of non-ferrous metals in Polotsk during two chronological periods: XI–XIII centuries and XIV–XII centuries.