УДК 902.2:739

И. В. Магалинский, *Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, кафедра социальных коммуникаций, доцент, кандидат исторических наук (г. Новополоцк, Беларусь)*

Элементный состав изделий из цветных металлов из материалов раскопок в западной части Верхнего замка Полоцка в 2021 году

Ключевые слова: археология Беларуси, история древней технологии, ювелирное ремесло, археометаллургия.

Особое место среди археологических находок занимают изделия из цветных металлов. Актуальным направлением междисциплинарного синтеза применительно к данной категории артефактов представляется изучение химического состава и структуры предметов. Подобный подход позволит определить особенности местной цветной металлообработки, выявить направления и этапы эволюции технологии обработки цветных металлов, проследить пути поступления сырья.

В настоящей работе представлены результаты изучения элементного состава изделий из цветных металлов, обнаруженных в ходе спасательных археологических раскопок в западной части Верхнего замка Полоцка, которые проводились в июле – августе 2021 г. силами археологического отряда Полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой (далее – ПГУ). Раскоп площадью 70 м^2 располагался на месте одного из разрушенных корпусов городской больницы, в связи с чем верхние слои были практически полностью уничтожены, а основное количество полученных материалов датировано в пределах XI–XIII вв.

В исследованную выборку вошли все артефакты из цветных металлов, обнаруженные в ходе этих работ. Всего изучено 100 образцов, которые относятся к разным категориям: инструменты – 2 экз., предметы культа – 7, предметы письменности – 3, сырьевой металл – 13, украшения и детали одежды – 46, хозяйственные и бытовые изделия – 15, предметы неустановленного назначения – 14 экз. Кроме того, исследован состав натеков металла в тигле.

Изучение элементного состава образцов проводилось автором статьи в археологической лаборатории ПГУ по методу безэталонного рентгенофлюоресцентного анализа на портативном РФА спектрометре Vanta C производства компании Olimpus.

Для систематизации результатов использована классификация древних сплавов из цветных металлов Й. Ридерера, дополненная российскими исследователями Н. В. Ениосовой, Р. А. Митаяном и Т. Г. Сарачёвой [1, с. 129–131].

В результате проведенного анализа установлено, что наибольшим количеством в выборке представлены свинцово-оловянные сплавы и нелегированные легкоплавкие металлы: 60 образцов (60 %), встречены также бронзы – 23 образца (23 %), латуни – 7 образцов (7 %), многокомпонентные сплавы – 7 образцов (7 %), «чистая» медь – 2 образца (2 %) (см. рисунок).

«Чистая» медь встречена в составе двух образцов (2 % выборки) – бубенчика и проволоки с содержанием меди 97,67 и 98,59 % соответственно. Концентрация свинца в предметах не превышает 0,76 %, олова – 0,24, цинка – 0,32 %. Незначительное количество образцов из «чистой» меди не дает возможности судить о масштабе и направлениях поступления на территорию города сырьевого металла.

Медно-цинковые сплавы представлены семью образцами (7 % выборки) из двухкомпонентной (CuZn – 1 экз.), оловянной (CuZnSn – 1 экз.) и свинцовой (CuZnPb – 5 экз.) латуни.

Пластинка неустановленного назначения, изготовленная из *двойной латуни*, содержит 4,81 % цинка и 0,86 % свинца.

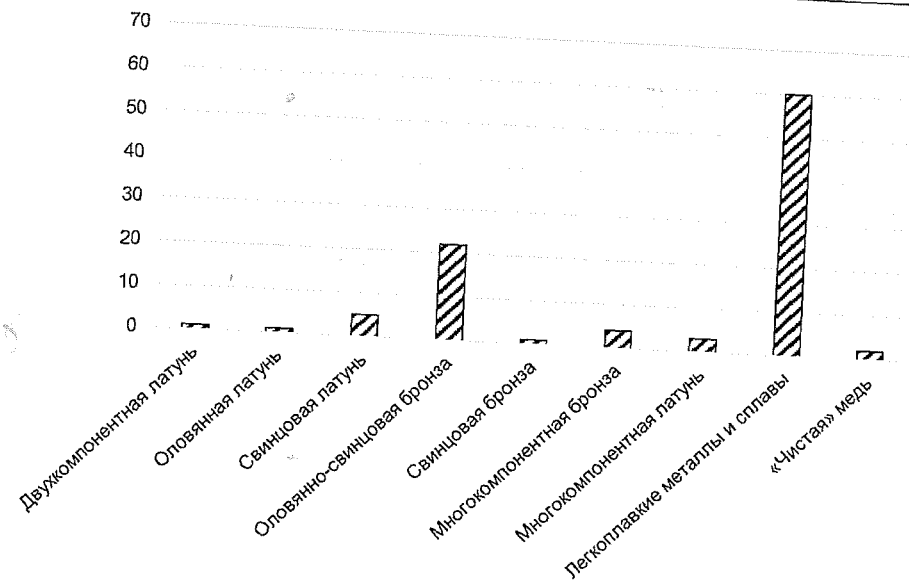
Поясной наконечник, изготовленный из *оловянной латуни*, содержит 11,17 % цинка, 1,1 % олова и 0,73 % свинца.

Изделия из *свинцовой латуни* отличаются концентрацией цинка в пределах от 1,64 до 10,43 %, олова – от 0,18 до 0,63 %, свинца – от 1,46 до 17,94 %. Наибольшее содержание цинка зафиксировано в составе равноплечных весов – 10,43 %, а минимальное – во фрагменте фибулы – 1,64 %.

Таким образом, из медно-цинковых сплавов в выборке изготовлены пластинка неустановленного назначения (XII–XIII вв.), поясной наконечник (XIV–XVI вв.), фрагмент браслета (XII–XIII вв.), два фрагмента равноплечных весов (X–XI вв.), поясная накладка (XII–XIII вв.) и фрагмент фибулы (X–XI вв.).

Считается, что зона распространения медно-цинковых сплавов охватывает северные (преимущественно северо-западные) части Древней Руси, где их общий объем превышает 70 %. Свинцовые латуни, преобладающие в исследованной выборке, на территории Беларуси встречены в Бирулях (21,5 % образцов), Полоцке (18,6), памятниках Центральной Беларуси (8,9 % образцов) [2, с. 72; 3, с. 65; 4, с. 121; 5, с. 70].

Бронзовые сплавы представлены 23 образцами (23 % выборки) из оловянно-свинцовой (CuSnPb – 22 экз.) и свинцовой (CuPb – 1 экз.) бронзы.



Распределение исследованных образцов по типам сплавов.
Верхний замок. Полоцк. Витебская область. 2021 г.

В изделиях из *оловянно-свинцовой бронзы* концентрация олова фиксируется в пределах от 1,86 до 29,82 %, при этом в диапазоне 1–5 % она присутствует у 5 образцов, в диапазоне 5–10 % – у 7, в диапазоне 10–20 % – у 7, в диапазоне свыше 20 % – у 4 образцов. Свинец зафиксирован в количестве от 1,26 до 23,97 %: в составе 8 экз. обнаружено содержание этого металла 1–5 %, в 4 экз. – 5–10 %, в 6 экз. – 10–20 %, в 4 экз. – свыше 20 %. При этом концентрация цинка не превышает 0,93 %.

Из оловянно-свинцовой бронзы изготовлены браслет, бубенчик, декоративный гвоздик, изделие неопределенного назначения, две книжные застежки, три нательных крестика, матрица, оплавок, семь перстней, писало, три пуговицы. Все предметы датированы XII–XIII вв.

Среди исследованных образцов обнаружен также фрагмент ушка котла из *свинцовой бронзы* (XII–XIII вв.), который содержит 4,75 % свинца.

Бронзовые сплавы на территории Древней Руси были широко распространены. В пределах так называемой вятичской зоны металлообработки фиксируется более 60 % бронз в выборке (Серенск, Поселения Куликова поля, Москва и поселения Московской области и др.) при преобладании оловянных и оловянно-свинцовых бронз. В Пскове зафиксировано 29 % изделий из данных металлов, в Новгороде – 25 % [1, с. 136–137]. Наиболее распространенные в выборке оловянно-свинцовые бронзы на территории Беларуси встречены в Бирулях (4,6 %), Полоцке (21), на памятниках Центральной Беларуси (23 %) [2, с. 72; 3, с. 68; 4, с. 395; 5, с. 71; 6, с. 121].

Многокомпонентные сплавы обнаружены в составе семи образцов (7 % выборки) из многокомпонентной бронзы (CuSnZnPb – 4 экз.) и многокомпонентной латуни (CuZnSnPb – 3 экз.).

Изделия из *многокомпонентной бронзы* представлены фрагментом пластинчатого перстня, бубенчиком, фибулой и крестом-энколпионом, датированными XII–XIII вв. Концентрация цинка в сплавах составляет от 1,78 до 5,10 %, олова – от 4,36 до 18,31, свинца от 4,08 до 37,27 %.

Многокомпонентная латунь представлена браслетом, пуговицей и изделием неопределенного назначения, которые возможно датировать XII–XIII вв. Концентрация цинка в предметах находится в пределах от 4,57 до 13,77 %, олова – 1,73–8,65, свинца – 2,80–13,17 %.

Многокомпонентные сплавы не являлись результатом сознательного формирования мастерами-ювелирами, а образовывались в результате смешения различного разнохарактерного сырья, которое попадало в мастерские преимущественно в виде лома [1, с. 157]. Многокомпонентные сплавы встречены в Псковской выборке, где они составляют 23 %, Старой Ладоге – 33, Гнёздово – 12, Новгороде – 1 % [1, табл. 3.6].

На территории Беларуси многокомпонентные латуни встречены в Бирулях (40 %), Полоцке (13), памятниках Центральной Беларуси (30) и отличаются высоким содержанием цинка в сплавах (более 10 %). Многокомпонентные бронзы зафиксированы в Полоцке (6,6 %), Бирулях (9,3), на памятниках Центральной Беларуси (24,0 %) [2, с. 72; 3, с. 68; 4, с. 395; 5, с. 70; 6, с. 121].

Свинцово-оловянные сплавы и нелегированные легкоплавкие металлы представлены наибольшим количеством образцов – 60 экз. (60 % выборки). К данной категории отнесены сплавы на основе олова (26 экз.) и свинца (10), а также «чистый» свинец (15) и «чистое» олово (9 экз.).

Среди сплавов на основе олова в выборке встречены образцы из сплава олова с медью (4 экз.), сплава олова с медью и свинцом (5), сплава олова со свинцом (17), а также «чистое» нелегированное олово (9 экз.).

Наибольшее распространение получил сплав олова со свинцом. Концентрация олова в таких образцах находится в пределах от 51,34 до 96,48 %. При этом значительное количество предметов (7 экз.) содержит олово в диапазоне от 61,34 до 68,17 %. Еще в 3 экз. содержится 51,34–59,71 % этого металла, в 3 экз. – 75,21–89,33, в составе 4 экз. обнаружено более 90 % олова.

Неслучайным следует считать преобладание в выборке оловянно-свинцовых сплавов с содержанием олова от 61,34 до 68,17 %. Подобное соотношение металлов позволяет существенно снизить температуру плавления – до 183 °С, в то время как температура плавления «чистого» олова составляет 231,9 °С, а свинца – 327 °С. При этом сплав остается относительно твердым (14,0 НВ) [7, с. 48, 60].

Мастера-ювелиры могли сознательно добавлять свинец к олову также в качестве флюса, для защиты его от «оловянной чумы», которая представляет собой процесс превращения белого олова в серое и определяется по образованию на поверхности образца островков рыхлого серого порошка. Считается, что переход белого олова в серое происходит при температуре 13,2 °С. На практике такое превращение начинается при температуре ниже 0 °С, а максимальной скорости достигает при температуре –33 °С. Скорость превращения белого олова сильно уменьшают добавки свинца, кадмия, сурьмы или серебра [8, с. 83].

Из сплавов на основе олова и «чистого» олова в выборке представлен фрагмент створчатого браслета (XII–XIII вв.), бусина (XII–XIII вв.), височное кольцо (XII–XIII вв.), грузик (XII–XIII вв.), пять изделий неопределенного назначения, капля металла (XII–XIII вв.), нательный крест (XII–XIII вв.), восемь накладок (XI–XIII вв.), пять перстней (XII–XIII вв. – 3 экз.; XVI–XVII вв. – 2 экз.), пластинки, подвески (XI–XIII вв.), пряжка (XI–XIII вв.), четыре пуговицы (XI–XIII вв.).

Среди сплавов на основе свинца в выборке представлены сплав свинца с медью и оловом (2 экз.), сплав свинца с медью, оловом и цинком (1), сплав свинца с оловом (7), а также «чистый» нелегированный свинец (15 экз.).

В сплаве свинца с оловом концентрация последнего находится в пределах 1,98–18,01 %, при этом преобладают изделия с концентрацией олова от 1,98 до 4,65 % – 5 образцов.

Из нелегированного свинца и сплавов на его основе изготовлены десять грузиков, две заготовки, изделие неустановленного назначения, нательный крест, матрица для выделки колтов, накладка, перстень, пять пластинок, пуговица, слиток, стержень неустановленного назначения. Все предметы датированы XII–XIII вв.

Олово могло поступать на территорию Полоцка с Британских островов, где достоверные свидетельства добычи этого металла датованы XII–XIII вв. Британское олово могло попадать к местным мастерам при посредничестве готландских, а позже ганзейских торговцев. Некоторые исследователи допускают также, что на территорию Северо-Западной Руси олово частично могло попадать из Волжской Болгарии, которая имела тесные контакты с алтайскими месторождениями [1, с. 158].

Наиболее распространенным и доступным легкоплавким металлом был свинец. Важным источником поступления данного металла на территорию Северо-Западной Руси являлись месторождения в Силезко-Краковском регионе, где свинцовые руды разрабатывали уже в XII–XIII вв. [9, с. 72]. Подтверждением данного пути является обнаружение в Новгороде в слое XIV в. фрагмента свинцового слитка весом 151,3 кг с клеймами короля Казимира Великого [10, с. 324–325].

Предметы из сплавов и нелегированных легкоплавких металлов редко являлись предметом специального изучения. В связи с этим отсутствует комплексная информация о характере распространения данной группы цветных металлов в цветной металлообработке периода Средневековья [1, с. 148].

Достоверно известно, что предметы из легкоплавких сплавов встречены в Пскове (5 %), Старой Ладоге (13), Рюриковом городище (11 %) и др. [1, с. 148]. Согласно новейшим данным, в Новгороде на Неревском раскопе доля подобных сплавов не превышает 13 %, при этом пик их использования приходится на XII–XIII вв. Среди материалов Троицкого раскопа изделия из свинцово-оловянных сплавов и нелегированных легкоплавких металлов составляют 18 % выборки [11, с. 200].

Среди белорусских памятников сведения относительно распространения свинцово-оловянных и нелегированных легкоплавких сплавов есть по материалам предыдущих исследований полоцкой выборки, где подобные металлы составляли 12,1 % [6, с. 121].

Состав металла, застывшего в тигле. В контексте изучения технологии древнего полоцкого ювелирного ремесла особый интерес представляет элементных анализ натеков металла на стенках тигля – сосуда для плавки драгоценных и иных цветных металлов. Сам тигель миниатюрный, конусообразный, имеет носик-слив, изготовлен из хорошо вымученного глиняного теста, без следов ошлаковывания. На внутренней стенке сосуда обнаружены свинец (76,05 %), олово (2,46), медь (3,61), а также серебро (9,78 %). Состав металла подтверждает использование местными ремесленниками в качестве

основного сырья для производства изделий легкоплавких металлов и их сплавов, а наличие в тигле серебра может также указывать на использование его в процессе очистки драгоценных металлов от примесей (купеляции).

Таким образом, в результате анализа данных о химическом составе изделий из цветных металлов, полученных в ходе археологических исследований на территории западной части Верхнего замка Полоцка в 2021 г., стало возможным сделать следующие выводы:

1. Наибольшее распространение в выборке получили изделия из свинцово-оловянных сплавов и нелегированных легкоплавких металлов (60 % исследованных образцов), а также оловянно-свинцовые бронзы (22 %). Изделия из легкоплавких сплавов использовали для изготовления широкого спектра изделий, в том числе украшений, что было обусловлено сходством готовых изделий с серебряными, а также большей доступностью и дешевизной олова и свинца.

2. Важной чертой выборки следует считать незначительное количество предметов из медно-цинковых сплавов (7 %), что отличает цветную металлообработку на Верхнем замке Полоцка от синхронных памятников Северо-Западной Руси и Прибалтики. Следует также отметить малое количество изделий из многокомпонентных сплавов, что свидетельствует о минимальном использовании местными мастерами вторичного сырья в виде металлического лома.

3. Анализ исследованных образцов не позволил выявить строгой корреляции между типом сплава и конкретной категорией артефактов. Наибольшими сериями в выборке представлены конусовидные грузики (11 образцов), перстни (14), пуговицы (9) и накладки (10 образцов). Сырьем для изготовления грузиков являлись легкоплавкие сплавы, преимущественно на основе свинца, при этом изделия из «чистого» свинца с его концентрацией от 97,54 до 99,68 % преобладают. Среди перстней наибольшим количеством образцов представлены изделия из оловянно-свинцовой бронзы – 7 образцов. Шесть предметов происходят из клада, обнаруженного в ходе раскопок, и отличаются сходным составом металла, что может указывать на производство их в одной мастерской. Кроме того, еще 6 предметов изготовлены из легкоплавких металлов на основе олова (5 экз.) и свинца (1 экз.). Среди пуговиц также преобладают изделия из сплавов и нелегированных легкоплавких металлов (5 экз.) и оловянно-свинцовой бронзы (3 экз.). Из легкоплавких металлов изготовлены также 9 из 10 накладок, обнаруженных в ходе раскопок.

Литература

1. 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. Сарачёва // Цветные и драгоценные металлы и их сплавы на территории Восточной Европы в эпоху средневековья. – М., 2008. – С. 107–188.

2. Магалинский, И. В. Химический состав сырьевых слитков из цветных металлов X–XI вв. (по материалам археологических исследований торгово-ремесленного поселения Бирули) / И. В. Магалинский, П. М. Кенько // МАБ : зб. навук. арт. – Мінск : Беларуская навука, 2020. – Вып. 31 : Даследаванне беларускіх старажытнасцей (да 80-годдзя з дня нараджэння А. Г. Калечыц). – С. 64–69.

3. Магалінскі, І. У. Вырабы з каляровых металаў X–XI стст. з тэрыторыі гандлёва-рамесніцкага паселішча Бірулі (суадносіны тыпалагічных і металургічных груп) / І. У. Магалінскі, П. М. Кенько // Беларускае Падзвінне: вопыт, методыка і вынікі палявых і міждысцыплінарных даследаванняў : зб. арт. V Міжнар. навук. канф., Полацк, 15–16 крас. 2021 г. / Полац. дзярж. ун-т ; пад агульн. рэд. А. І. Корсак (адк. рэд.), В. У. Чараўко, У. Я. Аўсейчыка. – Наваполацк : Полац. дзярж. ун-т, 2021. – С. 64–70.

4. Магалинский, И. В. Предварительные результаты исследования химического состава изделий из цветных металлов X–XVII вв. из Полоцка / И. В. Магалинский, С. Н. Райков, С. Н. Бельков // Полоцк у гісторыі і культуры Еўропы : матэрыялы міжнар. навук. канф., Полацк, 22–23 мая 2012 г. – Мінск : Беларуская навука, 2012. – С. 392–399.

5. Магалинский, И. В. Элементный состав цветного металла X–XIII вв. с территории Центральной Беларуси (по материалам исследований археологических комплексов Менка, Василевщина, Фрунзе, Дружба) / И. В. Магалинский, А. В. Войтехович // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. А, Гуманит. науки. – 2021. – № 9. – С. 69–72.

6. 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 // Доклады НАН Беларуси. – Т. 58, № 2. – Минск : Беларуская навука, 2014. – С. 119–122.

7. Щербаков, С. В. Цветные металлы и сплавы : учеб.-метод. пособие / С. В. Щербаков, А. А. Рогачев, М. А. Ярмоленко ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 86 с.

8. Реставрация металла. Методические рекомендации / сост. М. С. Шемаханская. – М. : ВНИИР, 1989. – 108 с.

9. 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. – М. ; Великий Новгород : Исторический факультет МГУ. – 2018. – С. 62–73.

10. Янин, Л. В. Находка польского свинца в Новгороде / Л. В. Янин // СА. – 1966. – № 2. – С. 324–328.

11. Ениосова, Н. В. Новые данные о химическом составе сырья новгородских ювелиров X–XV вв. / Н. В. Ениосова, Р. А. Митоян, В. К. Сингх // Археология и история Пскова и Псковской земли. Семинар имени академика В. В. Седова : материалы 62-го заседания. – М. ; Псков : ИА РАН, 2017. – Вып. 32. – С. 187–203.

Рэзюмэ

І. У. Магалінскі

Элементны склад вырабаў з каляровых металаў з матэрыялаў раскопак у заходняй частцы Верхняга замка Полацка ў 2021 годзе

Ключавыя словы: археалогія Беларусі, гісторыя старажытнай тэхналогіі, ювелірнае рамяство, археаметалургія.

У артыкуле прыводзяцца вынікі аналізу хімічнага складу вырабаў з каляровых металаў, выяўленых падчас археалагічных раскопак 2021 г. у заходняй частцы Верхняга замка Полацка. Аўтарам установлена, што найбольшае распаўсюджванне сярод даследаваных прадметаў атрымалі вырабы са свінцова-алавяных сплаваў і нелегіраваных легкаплаўкіх металаў (60 %), а таксама алавяна-свінцовай бронзы (22 %). Адзначана, што важнай рысай выбаркі з'яўляецца нязначная колькасць прадметаў з медна-цынкавых і шматкампанентных сплаваў (па 7 %), што адрозніває каляровую металаапрацоўку на Верхнім замку Полацка ад сінхронных помнікаў Паўночна-Заходняй Русі і Прыбалтыкі. Установлена таксама, што ў выніку аналізу элементнага складу даследаваных узораў не выяўлена строгай карэляцыі паміж канкрэтнай катэгорыяй артэфактаў і тыпам сплаву, з якога яны выраблены.

Summary

I. Mahalinski

The elemental composition of non-ferrous metal products based on the materials of excavations in the western part of the Upper Castle of Polotsk in 2021

Keywords: archeology of Belarus, history of ancient technology, jewelry craft, archaemetallurgy.

The article presents the results of the analysis of the chemical composition of non-ferrous metal products discovered during archaeological excavations in 2021 in the western part of the Upper Castle of Polotsk. The author found that among the studied samples the most widespread were products made of lead-tin alloys and unalloyed low-melting metals (60 %), as well as tin-lead bronze (22 %). It is noted that an important feature of the sample is an insignificant number of items made of copper-zinc and multicomponent alloys (7 % each), which distinguishes non-ferrous metalworking at the Upper Castle of Polotsk from synchronous monuments of Northwestern Russia and the Baltic States. It was also found that as a result of the analysis of the elemental composition of the samples studied, no strict correlation was revealed between a specific category of artifacts and the type of alloy from which they are made.

Поступила 29.05.2024