

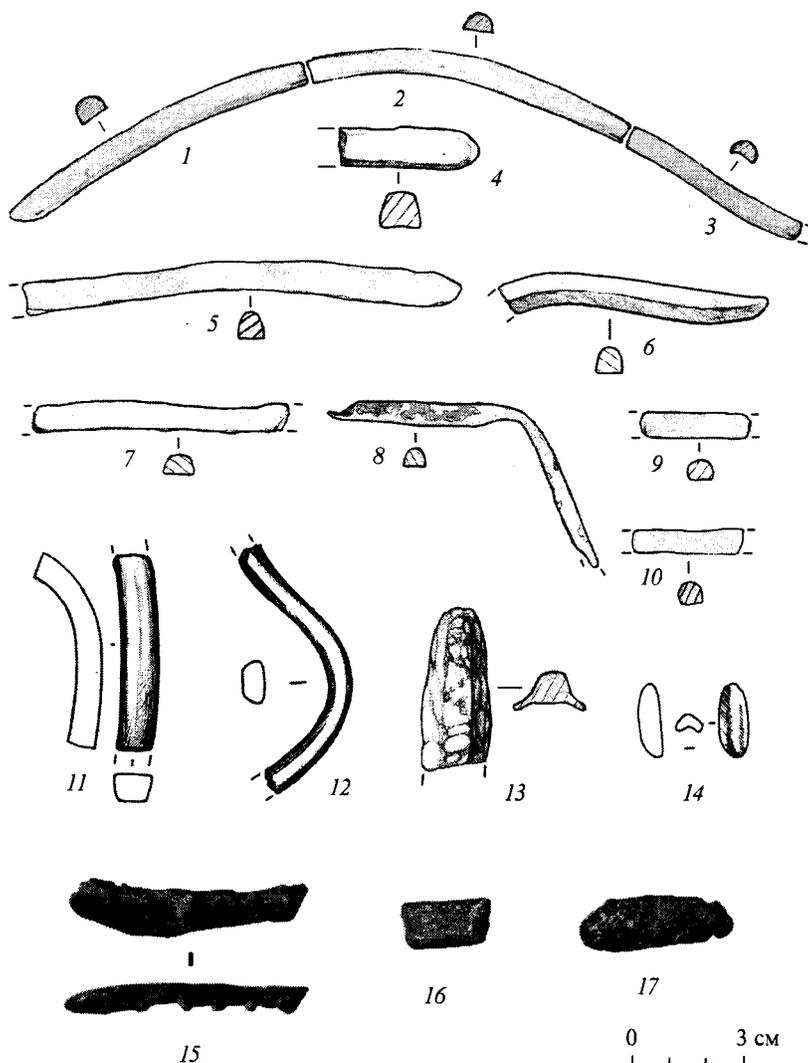
*И. В. Магалинский, Полоцкий государственный университет, кафедра социальных и гуманитарных дисциплин, доцент, кандидат исторических наук (г. Новополоцк, Беларусь);*

*П. М. Кенько, Институт истории НАН Беларуси, отдел сохранения и использования археологического наследия, научный сотрудник (г. Минск, Беларусь)*

## Химический состав сырьевых слитков из цветных металлов X-XI веков (по материалам археологических исследований торгово-ремесленного поселения Бирули)

В IX-XI вв. формировались и функционировали торговые пути «из варяг в арабы» по р. Волге и «из варяг в греки» по р. Днепр, открывшие возможность общения народов Северной Европы с далекими азиатскими странами и землями Причерноморья. Помимо торгового обмена происходило и взаимное приобщение к культурным ценностям всех

участников данного процесса. Центральными очагами всех преобразований в хозяйственном укладе и культурных новациях населения, проживавшего по пути следования иноземцев, являются открытые торгово-ремесленные поселения. Среди них важное место принадлежит селищам Бирули I, II, которые расположены на пологом склоне правобережной



Сырьевые слитки из цветных металлов и отходы ювелирного производства X-XI вв. из Бирулей (1-17)

террасы р. Березина и в районе котловины озера Медзозол.

Поселения выявлены П. М. Кенько и А. В. Войтеховичем в 2005 г. [1, с. 2, 5, рис. 4]. В результате проведенных в 2005-2015 гг. на селищах стационарных исследований, а также продолжения поисковых работ на распаханных участках, собрана значительная коллекция артефактов, наличие которых подтверждает постоянное функционирование комплекса в пределах IX-XI вв.

В вещевом материале памятника выделяется небольшая группа предметов, свидетельствующих о существовании в границах поселения производственной деятельности по обработке цветных металлов, одним из важнейших маркеров которой являются находки сырьевого металла, представленные в коллекции фрагментами слитков разных форм и размеров. Учитывая отсутствие на территории Беларуси месторождений цветных и драгоценных металлов, металлические слитки имеют большое значение также в контексте установления направлений торговых и культурных связей региона, так как состоят из металла, в меньшей степени подвергшегося многочисленным переплавкам, что может позволить выявить источники поступления сырья для местных ювелиров.

В данной работе представлены результаты анализа химического состава сырьевого металла, обнаруженного в ходе археологических работ на селищах Бирули I, II в 2005-2015 гг. Среди 15 исследованных артефактов 13 предметов являются слитками, один предмет следует считать металлическим выплеском, еще один артефакт представлен крупным литником, образовавшимся в процессе литья (см. рисунок).

Исследования проводились по методу оптико-эмиссионного спектрального анализа в контрольно-испытательной лаборатории Полоцкого государственного университета под руководством заведующего лабораторией С. Ф. Денисенка на портативном искровом оптическом эмиссионном спектрометре SPECTROPORT производства компании «Spectro Analytical Instruments GmbH» (Германия)<sup>1</sup>. В данном приборе материал образца испаряется испытательным зондом с помощью искрового разряда. Испаренные атомы и ионы, находясь в возбужденном состоянии, испускают излучение, которое попадает в приборы спектрометра при помощи оптического световода, где разлагается на спектральные компоненты. Из диапазона испущенных длин волн для каждого элемента выбираются наиболее подходящие линии и измеряются с помощью CCD-матрицы. Интенсивность излучения пропорциональна

<sup>1</sup> Авторы выражают благодарность С. Ф. Денисенку за возможность проведения анализов химического состава металла.

концентрации элемента в образце. С помощью сохраненного в спектрометре набора калибровочных кривых можно рассчитать концентрацию элементов и показать ее в процентах. Проведение анализа одного образца занимает от 2 до 10 сек, а самонастраивающаяся оптическая система гарантирует получение стабильных результатов с устойчивостью к изменениям внешней температуры без проведения стандартизации. Отличительной особенностью данной методики является минимальная предварительная подготовка образца для анализа, а также практически неразрушающий характер контроля.

Для установления типов сплавов (металлургических групп), к которым относятся исследуемые артефакты, использовалась общепринятая в современных исследованиях классификация, предложенная Й. Ридерером и доработанная российскими исследователями Н. В. Енисовой, Р. А. Митояном и Т. Г. Сарачевой. Она основана на определении 1,0 % содержания примесей в сплаве в качестве границы искусственного легирования. Эта схема неоднократно подтверждена на многочисленных анализах химического состава металлов из разных регионов Восточной Европы и отражает основные закономерности средневековой металлообработки [2, с. 128].

В результате проведенного исследования было установлено следующее распределение образцов по группам сплавов: 5 - многокомпонентная латунь (CuZnPbSn), 2 - двухкомпонентная латунь (CuZn), 3 - свинцовая латунь (CuZnPb), 2 - оловянная латунь (CuZnSn), 2 - многокомпонентная бронза (CuSnZnPb), 1 - свинцовая бронза (CuPb) (см. таблицу).

Пять предметов (33,0 %) выборки относятся к группе *многокомпонентных латуней* (CuZnPbSn) с низкой и средней концентрацией цинка (от 5,38 до 12,68 %), при этом исследованные образцы отличаются высокой концентрацией свинца в сплаве, который достигает 23,2 % (минимальное значение - 1,66 %), содержание олова в сплавах не превышает 6,53 % (минимальное значение - 1,12 %).

Многокомпонентные латуни получили широкое распространение на территории Прибалтики, Швеции и Восточной Пруссии. В Прибалтике большая часть исследованных предметов из подобных сплавов содержит цинк в интервале 10,0-2,0 %, а олово и свинец - в разных концентрациях, которые, однако, существенно не различаются [2, с. 147]. В гнездово группа многокомпонентных латуней составляет 9,0 % от общего массива анализов. Содержание олова тут зафиксировано в интервале от 1,0 до 10,0 %, свинца - от 1,0 до 30,0, цинка - от 2,0 до 16,0 % [3, с. 728]. В Полоцкой выборке многокомпонентных сплавов латуни количественно преобладают, а концентрация цинка в них колеблется от 2,49 до

Химический состав сырьевых слитков X-XI вв. из материалов археологических исследований  
торгово-ремесленного поселения Бирули

№	Описание	Размер, см	Вес, г	Химический состав, %				Тип сплава
				Cu	Pb	Sn	Zn	
1	Фрагмент слитка трапециевидного сечения с закраинами (см. рисунок: 13)	4,3 x 1,8 x 0,9	25,53	62,1	18,37	5,74	9,34	CuZnPbSn
2	Фрагмент слитка трапециевидного сечения (см. рисунок: 4)	3,8 x 0,9 x 0,9	22,75	59,5	23,20	6,53	10,15	CuZnPbSn
3	Фрагмент слитка полуовального сечения (см. рисунок: 7)	6,2 x 1,0 x 0,7	26,967	58,8	23,00	6,52	7,90	CuZnPbSn
4	Слиток полуовального сечения (см. рисунок: 14)	1,9 x 0,7 x 0,5	3,02	89,1	1,12	1,66	6,38	CuZnPbSn
5	Выплеск металла (см. рисунок: 17)	4,1 x 1,9 x 0,3	12,69	81,3	1,43	3,52	12,68	CuZnPbSn
6	Фрагмент слитка овального сечения, приплюснутый с одной стороны (см. рисунок: 10)	2,9 x 0,6 x 0,6	7,50	79,1	4,91	—	15,13	CuZnPb
7	Фрагмент слитка трапециевидного сечения (см. рисунок: 5)	11,6 x 0,8 x 0,7	43,96	87,3	1,85	—	8,58	CuZnPb
8	Три фрагмента слитка полуовального сечения (см. рисунок: 1-3)	8,8 x 0,7 x 0,5; 8,6 x 0,7 x 0,5; 5,4 x 0,7 x 0,5	57,47	64,6	19,51	—	10,49	CuZnPb
9	Фрагмент слитка полуовального сечения, частично оплавлен (см. рисунок: 8)	8,0 x 0,7 x 0,6	16,12	85,2	—	—	13,44	CuZn
10	Фрагмент слитка трапециевидного сечения со следами удара режущим инструментом (см. рисунок: 12)	6,6 x 0,7 x 0,7	46,12	79,9	—	—	18,37	CuZn
11	Фрагмент слитка усечено-овального сечения (см. рисунок: 9)	2,7 x 0,7 x 0,5	7,56	87,2	—	1,35	10,01	CuZnSn
12	Фрагмент слитка овального сечения (см. рисунок: 16)	2,4 x 1,3 x 0,6	11,86	76,8	—	1,19	20,98	CuZnSn
13	Фрагмент слитка полуовального сечения (см. рисунок: 6)	7,0 x 0,8 x 0,7	30,45	58,6	26,00	8,93	5,84	CuSnZnPb
14	Фрагмент слитка трапециевидного сечения (см. рисунок: 11)	5,3 x 1,0 x 0,8	27,77	73,7	5,83	9,86	8,55	CuSnZnPb
15	Литник (см. рисунок: 15)	6,4 x 1,4 x 0,6	23,04	76,9	23,00	-	-	CuPb

24,44 %, при этом преобладают изделия со средним (8,47-12,0 %) содержанием цинка. Свинец в полоцких находках фиксируется в пределах 1,02-11,18 %, а олова - до 4,32 % [4, с. 121; 5, с. 397].

Три предмета из выборки (20,0 %) относятся к *свинцовым латуням* (CuZnPb). В исследованных образцах концентрация цинка колеблется от 8,58 до 15,13 %, а содержание свинца - от 4,91 до 19,51 %. Еще два слитка (13,0 % выборки) представлены *двойными латунями* (CuZn) с высокой концентрацией цинка (18,37 и 13,44 %).

Считается, что зона распространения латунных сплавов охватывает северные, преимущественно северо-западные области Древней Руси, где их общий объем составляет более 70,0 % [6, с. 105]. В эпоху викингов медно-цинковые сплавы были основным сырьем в цветной металлообработке Восточной Пруссии, Прибалтики, материковой Швеции, Готланда и Британских островов. Для латуней этих регионов характерно значительное содержание цинка [2, с. 134]. На высокую концентрацию цинка в импортных скандинавских слитках указывают и исследования состава подобных изделий из Киева, в которых

зафиксировано более 30,0 % Zn в металле [7, с. 229]. Химический состав сырьевых слитков из свинцовой латуни, обнаруженных в Латвии, отличается средним и высоким содержанием цинка в металле. Так, в слитке из Даугмале концентрация этого металла достигает 28,33 %, при этом среднее содержание Zn в находках фиксируется в пределах 11,0 % [8, с. 48; 9, с. 111]. В X - начале XII в. свинцовые и двойные латуни преобладают также в цветной металлообработке Новгорода (70,0 % выборки) [10, с. 64]. В Гнездово группа свинцовых латуней составляет 24,0 % от выборки, содержание цинка находится в интервале от 1,0 до 27,0 %, свинца - от 1,0 до 48,0 %. Большая часть проб этой группы относится к сплавам с низкой и средней концентрацией легирующих компонентов, где цинк не превышает 10,0 %, а свинец достигает 20,0 %. Доля двойных латуней в Гнездово составляет 16,0 %, при концентрации цинка в сплаве от 1,0 до 20,0 % (основная часть проб находится в области низких концентраций Zn) [3, с. 728]. В полоцкой коллекции латунных изделий количественно преобладают свинцовые латуни. Концентрация цинка в предметах колеблется от 2,97 до 25,71 %. В вы-

новными центрами рудной добычи. Латуни с X в. производили в районе Динанта на территории Бельгии, а также в вестфальских городах Аахен и Дортмунд, используя медь из Гарца и собственную цинковую руду - каламин [10, с. 64]. Наиболее вероятным посредническим регионом поступления слитков в Бирули представляется Прибалтика, где традиция использования латуней возникла уже в первые века н. э. благодаря контактам с провин-

циальными римскими мастерскими [6, с. 101]. Это подтверждается также находками сырьевых металлических слитков со схожими концентрациями примесей на территории современной Латвии [9, с. 111]. Отсутствие в коллекции образцов с высоким содержанием цинка в сплавах (более 25,0 %), а также слитков из чистой меди, указывает на тот факт, что сырьевой металл не поступал в Бирули напрямую из Скандинавии, Западной или Центральной Европы.

### Літэратура

1. Кенько, П. М. Отчет об археологических разведках на территории Докшицкого и Лепельского районов Витебской области в 2005 году / П. М. Кенько // Архив Института истории НАН Беларуси. - Д. № 2320.
2. 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.
3. Ениосова, Н. В. Химический состав цветного металла из Гнёздова / Н. В. Ениосова // Исторический журнал: научные исследования. - 2016. - № 6. - С. 724-733.
4. 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 - Минск : Беларуская навука, 2014. - Т. 58, № 2. - С. 119-122.
5. Магалинский, И. В. Предварительные результаты исследования химического состава изделий из цветных металлов X-XVII вв. из Полоцка / И. В. Магалинский, С. Н. Райков, М. В. Бельков // Полоцк в истории и культуре Европы : матэрыялы Міжнар. навук. канф., Полацк, 22-23 мая 2012 г. / Нац. акад. навук Беларусі, Ін-т гісторыі, Полацкі дзярж. ун-т ; рэдкал.: А.А. Каваленя [і інш.]; навук. рэд., уклад. В. М. Ляўко. - Минск : Беларуская навука, 2012. - С. 392-399.
6. Ениосова, Н. В. Латуни средневекового Новгорода / Н. В. Ениосова, Р. А. Митоян, Т. Г. Сарачева // Новгород и Новгородская земля. История и археология. - Новгород, 2000. - Вып. 14. - С. 99-111.
7. Зоценко, В. Н. Скандинавский импорт бронзы в Южную Русь / В. Н. Зоценко // Тверской археологический сборник. - Тверь, 2007. - Т. II, вып. 6. - С. 228-231.
8. Daiga J. *Krāsaino metālu ķīmiskais sastāvs Latvija* 6.-13. gs. / J. Daiga // *Arheoloģija un etnogrāfija*. - 1962. - X» 4. — С. 47-66.
9. Svarāne, D. *Pstļjumi Latvijas seno metālu tehnoloģijā* 11.-17. gs. / D. Svarāne. - Rīga : Latvijas vēstures institūta apgāds, 2013.-239 lpp.
10. Ениосова, Н. В. Сырьевые слитки новгородских ювелиров / Н. В. Ениосова, В. К. Сингх, А. М. Степанов // «Неосконаемое лето» : сб. ст. в честь Елены Александровны Рыбиной / отв. ред.-сост. В. К. Сингх. - М. ; Великий Новгород, 2018.-С. 62-73.
11. Королева, Э. В. Цветные металлы и их сплавы в средневековом Пскове (предварительные итоги исследования) / Э. В. Королева // Археология и история Пскова и Псковской земли: ежегодник Семинара им. акад. В. В. Седова : материалы 63-го заседания. - М.; Псков : ИА РАН, 2018. - Вып. 33. - С. 32-42.
12. Магалінскі, І. У. Сыравінны метал, нарыхтоўкі і адыходы вытворчасці Полацкіх ювеліраў X-XVII стст. / І. У. Магалінскі // Віцебскія старажытнасці : матэрыялы навук. канф. - Мінск : Нацыянальная бібліятэка Беларусі, 2013. - С. 26-30.
13. 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. 187-204.

### Рэзюмэ

*І. У. Магалінскі, П. М. Кенько*

### **Хімічны склад сыравінных зліткаў з каляровых металаў X-XI стагоддзяў (па матэрыялах археалагічных даследаванняў гандлёва-рамеснага паселішча Бірулі)**

Прадстаўлены вынікі даследавання хімічнага складу сыравінных зліткаў з каляровых металаў, якія паходзяць з археалагічных даследаванняў 2005-2015 гг. на тэрыторыі гандлёва-рамеснага паселішча Бірулі. Адзначаецца, што сярод даследаваных прадметаў пераважаюць сплавы з утрыманнем цынку, якія складаюць 80,0 % выбаркі. Аўтары прыходзяць да высновы, што сыравінны метал паступаў да мясцовых рамеснікаў з Прыбалтыкі, якая звязвала рэгіён з цэнтрамі вытворчасці латуняў у Заходняй і Цэнтральнай Еўропе.

## **Summary**

*I. Mahalinski, P. Kenko*

### **Chemical composition of non-ferrous raw material ingots dating to 10th-11th centuries (from materials of archaeological researches of Biruli trade-crafts settlement)**

Presented here are the results of a study of the chemical composition of raw material ingots from non-ferrous metals originating from archaeological research conducted on the territory of Biruli trade and craft settlement in 2005-2015. We would like to note that among the studied objects zinc-containing alloys prevail, which constitute up to 80,0 % of all samples. The authors conclude that the raw metal was supplied to local artisans from Baltic region, which connected the local region with brass production centers in Western and Central Europe.

*Поступила 02.12.2019 г.*