

Senn M., Gfeller U., Guénette-Beck B., Lienemann P., Ulrich A. Tools to qualify experiments with bloomery furnaces // *Archaeometry*. 2010. № 52. P. 131–145.

Serneels V., Crew P. Ore-slag relationships from experimentally smelted bog-iron ore // *Early Ironworking in Europe, Archaeology and Experiment. International Conference Plas Tan y Bwlch*. 1997. P. 78–82.

Vodyasov E.V. Kondoma tatars and the bloomery process (source: the Great Northern Expedition) // *Bylye Gody*. 2016. Vol. 40. Is. 2. P. 335–344.

Н.В. Ениосова¹, С.И. Валиулина²

N.V. Eniosova, S.I. Valiulina

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, eniosova@gmail.com

²Казанский федеральный университет, г. Казань

Химический состав металла и техника изготовления серебряных изделий из Больше-Тиганского могильника

Chemical composition and manufacturing technique of silver items from Bolshe-Tigansky cemetery

В работе впервые представлены результаты технологического изучения серебряных изделий из погребений Больше-Тиганского могильника IX – нач. X вв., обнаруженного в Нижнем Прикамье (Татарстан). Техника производства украшений, амулетов и ременных аксессуаров исследована с помощью оптической и электронной микроскопии. Данные о химическом составе серебра (95 образцов из 20 погребений) изучены методами рентгеноспектрального анализа. Большинство исследованных находок выполнены литьем по выплавляемой восковой модели или в разъемные глиняные формы, полученные по оттиску модели или готового изделия. Наиболее сложные в изготовлении украшения – серьги, декорированные в технике зерни и скани. Серебро различной пробы было разбавлено латунями и многокомпонентными медными сплавами, среди лигатур доминируют сплавы с цинком. Представительная группа накладок на ремни и головные венчики изготовлена из серебра с повышенным содержанием мышьяка, попавшего в металл вместе с медью, выплавленной из полиметаллических блеклых руд. Отсутствие висмута в металле свидетельствует, что арабское монетное серебро не использовалось как источник сырья для производства тиганских серебряных изделий. Зафиксированные в выборке сплавы отражают использование металла из различных источников.

This paper presents an entirely new results of technological study of silver items from the graves of the Bolshe-Tigansky cemetery found on the River Kama left bank (Rep. Tatarstan) dated to the 9th – early 10th centuries. Manufacturing techniques of jewellery, amulets, belt, and headgear fittings were investigated with the optical microscopy and SEM. Chemical composition of silver alloys was provided by the ED XRF and SEM micro-XRF (95 samples from 20 graves). Many items were produced by the lost-wax casting technique or by the casting in a clay mould made by the impression of a model or a previously cast ornament. The most elaborate group of jewellery includes earrings decorated with filigree and granulation. Silver of the different purity was diluted by brass and gunmetal. Zinc-rich silver alloys are the largest group in the selection. A large group of belt and headgear decorations shows elevated arsenic contents. Possibly, it has been associated with copper smelted of fahlerz ores. The lack of bismuth indicates that Islamic coins were not used to produce silver grave goods from Bolshe-Tigansky cemetery. A variety of the silver alloys reflects the different origin of the raw metals.

Исследование химического состава и техники изготовления изделий из цветного металла и серебра, обнаруженных в Больше-Тиганском могильнике IX – нач. X вв., было проведено в лаборатории археологии исторического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова в рамках совместного проекта с Археологическим музеем Казанского университета. Из 156 погребений, раскопанных в Нижнем Прикамье с 1974 по 1984 гг. [Chalikova, Chalikov, 1981; Chalikov, 1986], в выборку вошли материалы 20 комплексов. Находки из серебра представлены 95 пробами. В фонд исследованных образцов из драгоценного металла вошли следующие категории находок: накладки на пояса, головные венчики и конскую сбрую; наконечники ремней и пряжки; височные подвески и серьги, подвески к ожерельям и наглазники. По возможности привлекались серии однотипных объектов, с помощью которых лучше всего изучать приемы и навыки работы с металлом и установить связь между техникой производства и типом сплава. Однако условия формирования выборки в погребальном комплексе ограничивают возможности изучения представительных серий.

Техника изготовления изделий изучалась с помощью оптического микроскопа Zeiss Stemi и низковакуумного электронного микроскопа Hitachi 3030 при увеличении от 20 до 500 раз. В выборке преобладают украшения и ременные аксессуары, полученные литьем, в редких случаях фиксируется использование выплавляемых восковых моделей и оболочковых форм, но большая часть изделий изготовлена литьем в разъемные глиняные формы, полученные по оттиску моделей или готовых изделий. О применении восковой модели свидетельствуют накладки с нижней петлей и вставленным в нее свободно перемещающимся колечком (погребения 6, 12, 14, 23, 24, 33) и наконечники ремней с верхней щелевидной прорезью (погребения 7, 47). На использование двучастных изложниц указывают литейные швы и следы их удаления грубым абразивом на серьгах с многобусинными подвесками, отлитыми вместе с колечком (погребения 5, 12, 14, 23, 24, 33, 35 и 70) и на боковых участках ременной гарнитуры (погребения 3, 6, 7, 33, 36, 47 и 113). Шпеньки для крепления накладок к кожаным ремешкам в большинстве случаев отлиты в один прием и снабжены «шайбочками» из листового серебра или меди. Единственное исключение в выборке – сердцевидная накладка из погребения 113, отлитая по оттиску готового изделия: шпеньки из отрезков проволоки крепились с помощью свинцово-оловянного сплава, заполнившего внутреннюю полость оборотной стороны. Подобная техника изготовления бляшек конских оголовий известна на древне-литовских памятниках, в материалах сопки Чернавино близ Старой Ладогги, черниговском кургане Гульбище и Супрутском кладе [Мурашева, 2008]. В ряде случаев хорошо различимы следы ремонта поврежденных изделий. Например, в наборе из 17 идентичных накладок со львом из погребения 113 у 6 экземпляров заменены шпеньки.

После получения и обработки отливки ременные накладки декорированы гравированным растительным орнаментом (погребение 6), на сбруйных и поясных бляшках, наконечниках ремней и пряжках зафиксированы следы ртутного золочения. Позолота покрывала лицевую поверхность изделий целиком (погребение 7) или выделяла отдельные части орнамента, например чешуйчатую окантовку поясных накладок (погребение 47).

Наиболее сложными по технике изготовления являются серьги с овальной дужкой с двумя напускными бусинами и подвеской в виде булавы (погребения 5, 7). Напускные бусины и основа сборной подвески, насаженной на проволоочный штырь, получены с помощью тиснения и пайки и декорированы филигранью и грануляцией (рис. 1, 2, 3). Мастер использовал два вида зерни: круглые крупные шарики для нижней грозди и плоские диски для геометрического узора. Впервые удалось зафиксировать, что для соединения гранул и основы использован химический припой, в который для снижения температуры плавления добавлено больше меди и свинца, чем содержится в металле основы, филигранной проволоки и зерни (табл.).



Рис. 1. Серьга с булавовидной подвеской из погребения 7 Больше-Тиганского могильника.

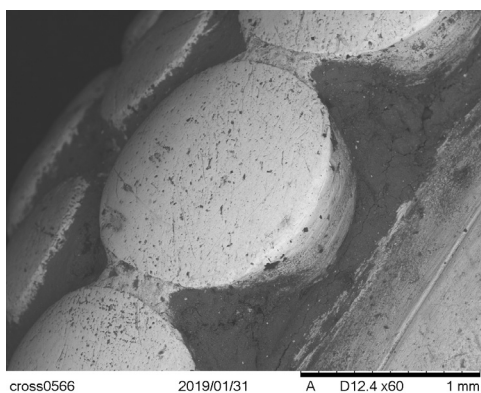


Рис. 2. Плоские гранулы на тулове подвески.

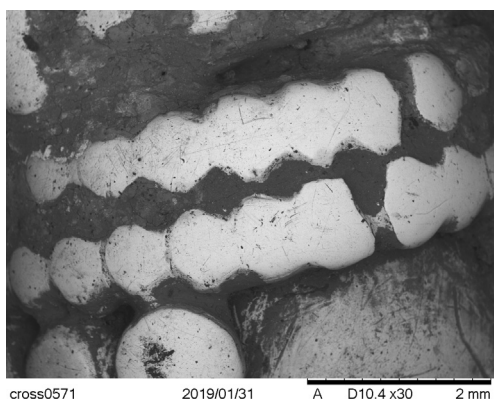


Рис. 3. Бусинная проволока в верхней части подвески.

Полуколичественные данные о химическом составе металла получены методом РФА (геологический факультет МГУ, аналитик Р.А. Митоян) и с помощью энергодисперсного анализатора электронного микроскопа Hitachi (ArtTax Bruker, кафедра археологии). Результаты двух лабораторий демонстрируют хорошую сопоставимость, квантификация в обоих случаях проводилась на основе метода фундаментальных параметров. Поверхностный характер анализа затрудняет получение точных данных о составе металла, но является единственно возможным методом для исследования полностью сохранившихся находок из музейных коллекций, не вызывая разрушения образцов. Результаты, полученные в лабораториях МГУ, в целом, совпадают с данными анализа, выполненными ранее методом оптической эмиссионной спектроскопии (ОЭСА) для одних и тех же образцов [Валиулина, Храменкова, 2001] в определении элементов, концентрации которых превышают 1 % (Cu, Sn, Pb, Zn, Ag, As, Sb, Au, Hg). Расхождения наблюдаются при определении содержаний Cu и Pb, что является следствием ошибки в определении высоких концентраций элементов, характерной для ОЭСА, из-за маленькой навески и неоднородности сплавов. С помощью микроанализатора электронного микроскопа определены легкие элементы – Br, S и Cl, свидетельствующие о почвенных загрязнениях и коррозионных процессах в серебре.

**Вариации концентраций элементов в металле серебряной серьги
из погребения 7 Больше-Тиганского могильника**

Область анализа	Ag	Cu	Pb	Au
Основа	87.4	5.7	6.8	0.1
Шарик зерни	93.3	5.57	0.71	0.39
Бусинная проволока	90.3	7.58	1.67	0.42
Припой	78.7	11.5	9.7	0.1

Содержание Ag в выборке варьирует от 41.69 до 94.54 %: от низкопробного сплава до металла довольно высокого качества. Из высокопробного серебра (Ag>90 %) выполнены подвески серег, декорированных зернью и сканью, некоторые литые накладки и подвески. Из кованого серебряного листа высокой пробы вырезаны наглазники. Большая часть литых изделий выборки сделана из металла, содержание Ag в котором не превышает 80 %. Основной лигатурой во всех случаях является медь, зафиксированная в концентрациях от 5.43 до 58.3 %. Чистую медь редко использовали для легирования серебра: у большей части изделий выборки драгоценный металл разбавлен медными сплавами, содержащими Zn. Даже в невысоких концентрациях от 1 до 6 % Zn не мог попасть в серебро в процессе выплавки металла из руды, он являлся компонентом медно-цинкового сплава – латуни либо многокомпонентных сплавов, содержащих Cu, Sn, Zn и Pb. Высокое содержание Zn обнаружено в составе 25 из 45 проб серебра, исследованных с помощью ОЭСА [Валиулина, Храмченкова, 2001].

Медь и медные сплавы добавлялись в металл для снижения температуры плавления и придания твердости серебру, а также в целях экономии драгоценного металла. Несмотря на преимущества легирования серебра, слишком высокое содержание меди придавало сплаву желтоватый оттенок и делало металл тусклым. Если вместо чистой меди серебро разбавляли латунью, присутствие цинка позволяло избежать желтизны и делало металл более пригодным для полировки [Greiff, 2012].

Судя по опубликованным данным, для изготовления литых украшений серебро разбавляли латунными сплавами на удаленных друг от друга территориях Восточной и Центральной Европы. Такие изделия обнаружены в могильниках X в., оставленных древними венграми на территории Венгрии, Австрии, Словакии и Румынии [Greiff, 2012]. Серебро, легированное латунью, послужило материалом для изготовления металлических поясных накладок салтовского культурного круга из Супрутского клада 1й пол. X в. и Алпатьевского клада 4й четв. IX в., происходящих из междуречья р. Оки и Дона [Мурашёва, 2008; 2014]. Из серебра, легированного латунью, выполнена большая часть поясных накладок IX–нач. X в. из Крюково-Кужновского могильника в Среднем Поволжье [Сапрыкина и др., 2010].

Необычной чертой серебряных сплавов Больше-Тиганского могильника является повышенное содержание As (от 0.33 до 5.55 %) в составе металла представительной группы ременных аксессуаров – накладок на головные венчики, поясных бляшек, пряжек и наколочников (погребения 7, 35, 65). Эти изделия объединяют и общие морфологические признаки, характерные для литых украшений тюрко-приуральского культурного круга: гладкая лицевая поверхность и отсутствие орнамента. Они выполнены из серебра относительно низкой пробы (Ag 60–70 %), легированного латунями и многокомпонентными сплавами. Присутствие As в серебряных изделиях Больше-Тиганского могильника зафиксировано ранее в пробах, исследованных методом ОЭСА. Вероятно, As содержался в составе меди, выплавленной из медноколчеданных руд, и попал в драгоценный металл вместе с медью

при разбавлении серебра. На это указывает и высокая концентрация As в металле тиганских изделий из медных сплавов.

Наличие Zn, Sn и As в составе серебра Больше-Тиганского могильника отличает его от металла дирхамов, не содержащих этих компонентов в подавляющем большинстве случаев [Ениосова, Митоян, 2015]. При изготовлении монет в различных провинциях Халифата серебро разбавляли чистой медью или медью с добавкой свинца. Арабское серебро было основным источником сырья для славянских и скандинавских ювелиров IX–X вв. Дирхамы (8 экз.) и сасанидская драхма, превращенные в подвески, обнаружены в 5 погребениях Больше-Тиганского могильника [Chalikov, 1986]. Для арабского монетного металла характерна примесь Bi, его концентрация часто превышает 1 %. Своеобразие легирующих компонентов и отсутствие повышенного содержания Bi в пробах серебра, свидетельствует об альтернативных источниках драгоценного металла, использованных для изготовления всех категорий изделий этого памятника.

Зафиксированное разнообразие серебряных сплавов Больше-Тиганского могильника отражает культурную специфику вещевого комплекса, различные источники сырьевого металла и особенности технологии производства обнаруженных в погребениях изделий.

Литература

Валиулина С.И., Храмченкова Р.Х. Химический состав изделий из цветного металла Больше-Тиганского могильника // Древние ремесленники Приуралья. Ижевск: Удмуртский институт истории, языка и литературы УрО РАН. 2001. С. 264–280.

Ениосова Н.В., Митоян Р.А. Об особенностях производства куфических дирхамов VIII–X вв. // Эпоха викингов в Восточной Европе в памятниках нумизматики VIII–XI вв.: мат. докл. и сообщ. II междунар. нумизмат. конф. Староладожский историко-архитектурный и археологический музей-заповедник. СПб: «Знак», 2015. С. 69–76.

Мурашёва В.В. Супрутский клад. Из раскопок 1969 г. Труды ГИМ. 2008. Вып. 175. М. 48 с.

Мурашёва В.В. Книга путей и стран (Алпатьевский клад) // Славяне и иные языци... К юбилею Н.Г. Недошивиной // Труды ГИМ. 2014. Вып. 198. М. С. 116–127.

Сапрыкина И., Митоян Р., Никитина Т., Зеленцова О. Результаты химико-технологического исследования поясных наборов второй половины VIII – начала XI вв. из могильников Среднего Поволжья // Congressus XI Internationalis Fenno-Ugristarum. Part VIII. Piliscsaba. 2010. С. 312–332.

Chalikov A.H. Auf der Suche nach “Magna Hungaria” // Hungarian Studies 2 (1986). P. 189–215.

Chalikova E.A., Chalikov A.H. Altungarn an der Kama und im Ural (Das Gräberfeld von Bolschie Tigani // Régészeti Füzetek Ser. II. No.2. Budapest: Magyar Nemzeti Múzeum. 1981. 99 p.

Greiff S. Silver grave goods from early Hungarian contexts: technological implications of debased alloy composition with zinc, tin and lead // Die Archäologie der Frühen Ungarn. Chronologie, Technologie und Methodik. Internationaler Workshop des Archäologischen Instituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und des Römisch-Germanischen Zentralmuseums. Bd. 17. Mainz. 2012. P. 241–261.