Приложение I

Техника изготовления и химический состав металла уздечных украшений из камерного погребения Ц-191

Н. В. Ениосова

Методика исследования. Исследование техники изготовления и химического состава металла 45 находок из погребения Ц-191, относящихся к уздечной гарнитуре, было проведено на кафедре археологии исторического факультета МГУ. Определения концентраций элементов в 33 пробах (23 предмета) выполнены на стационарном оборудовании ArtTAX-BRUKER AXS с молибденовой трубкой и полупроводниковым детектором с помощью неразрушающего рентгено-флюоресцентного энергодисперсного метода (РФА). Измерения проводились в течение 180 секунд для каждого образца при электрическом напряжении в 40 kV и силе тока в 700 μA. Исследованию подвергалась поверхность площадью 0,2 мм (диаметр коллиматора). Положение образца по отношению к рентгеновскому излучению фиксировалось с помощью лазерного луча. Результаты представлены в виде рентгеновских спектров (рис. 10, *1, 4*).

Микроскопическая площадь облучения образца дает возможность изучать отдельные конструктивные детали предметов и определять природу покрытий и инкрустаций (лужение, позолота, чернь и др.). Специальная программа позволяет идентифицировать пики, соответствующие химическим элементам сплава. Их аналитическая интенсивность определялась на основе сравнения состава стандартных образцов с содержанием элементов в исследуемом предмете (*Ениосова и др.,* 2008. С. 114–120). Оценивая точность полученных результатов, следует помнить, что РФА имеет определенный предел чувствительности: для меди, свинца, висмута, золота и цинка лимит обнаружения составляет 0,05 %, для олова он не превышает 0,1 %. Кроме того, измерения проводятся в поверхностном слое археологических объектов, затронутом коррозией. Как показывают исследования, в коррозионных отложениях на поверхности изделий из меди и ее сплавов аккумулируются такие элементы, как свинец и железо. Они могут входить в состав сплава в качестве основных компонентов или элементов-примесей, а также присутствовать в почвенных загрязнениях, но в очищенном металле их концентрация будет значительно ниже (*Cronin,* 1990. P. 162).

Следует отметить, что в 70-е гг. прошлого века часть уздечных и поясных украшений была подвергнута электрохимической очистке, полностью уничтожившей продукты коррозии и оловянное покрытие на лицевой поверхности изделий. Некоторые накладки были закреплены на коже с помощью органического клея БФ-6. Более щадящий метод (гексометафосфат натрия или соль Грэма и механическая очистка) использован автором в начале 90-х гг. для консервации металлических деталей, соединенных с кожаными ремешками. В этом случае удалось выявить и сохранить серебристую луженую поверхность ременных накладок и наконечников (рис. 10, *2, 3*). На финальной стадии консервации в обоих случаях использовали защитное покрытие – акриловый лак, в состав которого входят неорганические пигменты (свинец, титан и др.), несомненно, влияющие на конечный результат исследования химического состава металла.

Результаты «точечных» измерений зависят также от неоднородной структуры сплавов: в литых бронзах и латунях мы наблюдаем значительные расхождения содержаний олова и цинка, если измерения проводятся на различных участках поверхности образца. Дендритная ликвация, характерная для этих сплавов, вызывает появление различных фаз в структуре металла – одни обогащены медью, другие оловом или цинком. Неоднородность сплава объясняется также ликвацией свинца – он не растворяется в металле, а выделяется в виде округлых включений различного диаметра, вызывая появление участков, обогащенных свинцом (*Равич,* 1983. С. 138). Однако, несмотря на все сложности и ограничения, РФА дает нам возможность быстро и эффективно исследовать археологические находки без ущерба для их состояния.

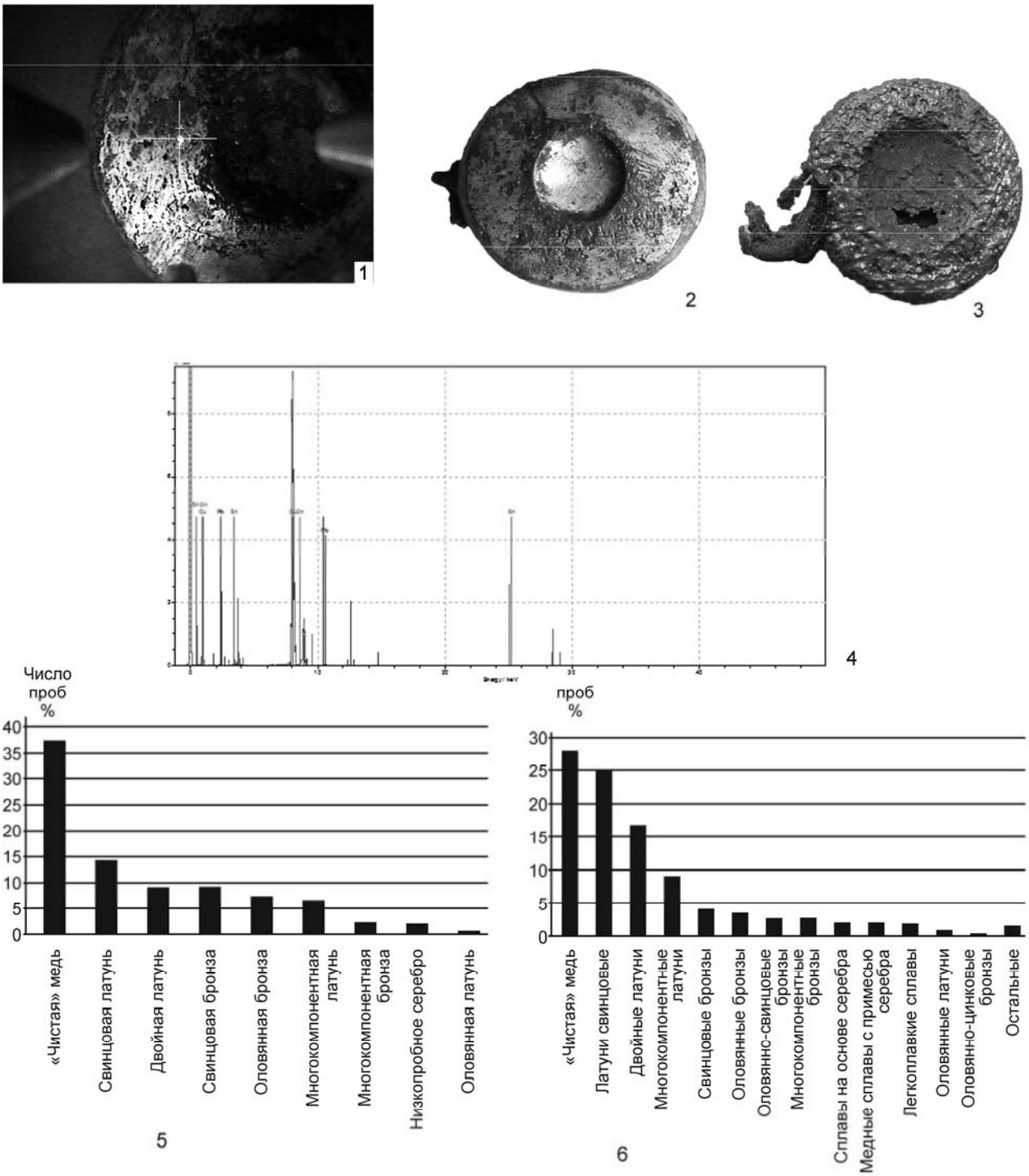

Рис. 10. Погребение Ц-191/Авд-1976. Химический состав металла уздечных украшений:
1 – фиксация образца по отношению к рентгеновскому излучению; *2* – поверхность уздечных накладок после электрохимической очистки; *3* – поверхность уздечных накладок после консервации в 10 % растворе соли Грэма; *4* – рентгеновский спектр, полученный в результате определения элементного состава; *5* – распределение гнездовской ременной гарнитуры по типам сплавов (117 образцов); *6* – процентное соотношение сплавов в гнездовской выборке (342 образца).

Fig. 10. Burial Ц-191/Авд-1976. Chemical composition of metal of bridle ornaments:
1 – fixation of the sample relative X-ray beam; *2* – surface of bridle mounts after electrochemical cleaning; *3* – surface of bridle mounts after conservation in 10 % solution of Graham's salt; *4* – X-ray spectrum obtained for identification of the element composition; *5* – distribution of Gnezdovo belt fittings in tems of types of alloys (117 образцов); *6* – percent ratio of alloys in the Gnezdovo sample (342 specimens).

Результаты анализа химического состава металла. В число исследованных образцов вошли практически все виды уздечных накладок и ременных наконечников, листовидная и круглые решмы, а также несколько бляшек и наконечник ремня, украшавшие пояс из камерного погребения Ц-191. Результаты анализа 33 проб представлены в виде таблицы (табл. 2). Во всех случаях удалось определить четыре элемента – медь, олово, свинец и цинк. В пяти образцах установлена микропримесь железа. Вероятно, в составе металла содержатся в невысокой концентрации и другие элементы, но порог чувствительности метода препятствует их фиксации. Все пробы можно отнести к сплавам на основе меди, в качестве легирующих добавок использованы цинк и свинец в различных концентрациях. За условную границу искусственного легирования принят 1 % порог содержания элементов (*Riederer*, 1984. S. 220–221; *Галибин,* 1990. С. 177).

По формальному принципу выборку можно разделить на две группы – свинцовую бронзу (Cu-Pb) и свинцовую латунь (Cu-Zn-Pb). Содержание основного компонента сплава варьирует от 91 до 99 %, цинк обнаружен в концентрациях от 0,25 до 2,44 %, а свинец – от 0,86 до 16,22 %. Однако, оценивая соотношение меди, цинка и свинца в образцах, нельзя не заметить, что практически во всех случаях использовали однородный металл – медь с невысокой концентрацией цинка и свинца. Вариации содержания трех элементов зависят, в первую очередь, от ограничений метода РФА – невозможности достичь идеально ровной полностью очищенной поверхности без разрушения образца. Гетерогенность структуры металла существенно влияет на разницу в содержании легирующих элементов. Трудно представить также, что мастер, отливавший накладки, мог контролировать вариации в содержании цинка и свинца, не превышавшие в большинстве случаев 1–3 %. Положительная корреляция между медью, свинцом и цинком показывает, что три компонента попали в сплав вместе. Очевидно, что в процессе получения латуни использовали медь, загрязненную свинцом при выплавке из рудного источника (*Ениосова и др.,* 2008. С. 145).

На лицевой поверхности 12 образцов обнаружено олово, в концентрациях, не превышающих 1 %. В тех случаях, когда измерения производились с обеих сторон украшения, олово на обороте не фиксировалось и, следовательно, в состав сплава не входило (табл. 2).

Возможности РФА не позволяют судить о первоначальном составе оловянного покрытия и его толщине: оно подверглось коррозии и частично уничтожено в процессе расчистки. Однако в большинстве случаев высокая концентрация свинца зафиксирована в образцах, на лицевой поверхности которых сохранилось оловянное покрытие. Вероятно, в состав полуды наряду с оловом входил и свинец (табл. 2, *пробы 8, 18, 19, 25, 29 и 32*). Из шести исследованных предметов, относящихся к украшениям пояса, обнаруженного в том же кургане, следы олова на лицевой поверхности сохранил только ременной наконечник (табл. 2, *8, 9*). На поясных накладках и кольце лужение не зафиксировано (табл. 2, *10–13*).

Детали поясной и уздечной гарнитуры составляют значительную часть исследованной ранее гнёздовской выборки, включающей 342 образца. Распределение 117 проб металла ременных украшений по типам сплавов показывает, что «чистая» медь была наиболее популярным металлом для их изготовления. Вторая по величине группа – свинцовые латуни, значительная часть проб относится к свинцовым бронзам (рис. 10, *5*).

Концентрация легирующих компонентов в составе «чистой» меди и свинцовой латуни чаще всего не превышает 10 %, а в большинстве случаев содержание цинка и свинца составляет 1–2 % (*Eniosova, Murashova,* 1999. P. 1099). Таким образом, результаты, полученные для находок из погребения Ц-191, согласуются с выводом о том, что медь с низким содержанием олова, свинца и цинка была основным материалом для гнёздовской ременной гарнитуры. Вероятно, производство большинства украшений узды и пояса – тонких отливок невысокого качества с нечетким орнаментом и низким рельефом не нуждалось в особой рецептуре сплава, а использование многократно переплавленного лома металлических изделий было обычной практикой.

Оценивая процентное соотношение сплавов в 342 образцах из Гнёздова, мы видим, что «чистая» медь и свинцовая латунь абсолютно доминируют и в этой выборке (рис. 10, *6*).

В группе свинцовых латуней, занимающей ее четвертую часть, представлены преимущественно сплавы с низкой и средней концентрацией цинка (до 10 %), что свидетельствует о много-

кратных переплавках латунного лома. Из свинцовой латуни изготовлены помимо ременной гарнитуры фибулы, подвески, височные кольца, браслеты и другие украшения. Значительное число находок относится к сырьевому металлу – слиткам, проволоке и отходам литейного производства из культурного слоя Гнёздовского городища и селищ (*Ениосова,* 1999. С. 63–66). Обобщая приведенные выше данные, можно заключить, что для производства уздечных украшений из погребения Ц-191 использовали однотипный сплав, характерный как для гнёздовской ременной гарнитуры, так и для сырьевой базы местных ювелиров в целом.

В настоящее время накоплена обширная информация о химическом составе металла ременных украшений, имеющих морфологическое и стилистическое сходство с находками из Гнёздова. В этот круг входят материалы памятников Волжской Болгарии, Среднего Поволжья, Саяно-Алтая, Среднего Поднепровья, Северо-Восточного Причерноморья и Центральной и Южной Европы. Сравнительный анализ этих данных позволяет оценить своеобразие гнёздовской выборки и получить дополнительные аргументы в пользу гипотезы о производстве сбруйных украшений в местных мастерских.

Во второй половине X–начале XI столетий Волжская Болгария была одним из центров производства поясных и уздечных накладок (*Казаков*, 1991. С. 159–161). Сравнение металла гнёздовских украшений ремня и сбруи с образцами из Волжской Болгарии показывает, что большая часть изделий с ее территории отлита из свинцово-оловянных бронз и многокомпонентных сплавов. Процентное содержание олова, цинка и свинца в болгарских образцах значительно выше, чем в гнёздовских (*Зайцева,* 2010. С. 120–133). Поясные накладки могильников Среднего Поволжья (Крюково-Кужновский, Нижняя Стрелка, Дубовский) изготовлены преимущественно из оловянных и высокооловянных бронз со средним и высоким содержанием олова (*Сапрыкина и др*., 2010. С. 321). Нельзя исключить, что и в этом регионе работали мастера, выпускающие огромные серии литых накладок и наконечников ремней.

Исследование более 100 ременных украшений, входящих в состав Тюхтяского клада из Минусинского края, показывает, что для серийных изделий Саяно-Алтая характерны свинцово-оловянные бронзы со средним содержанием олова и свинца, а накладки с декоративной композицией «личины» изготовлены из двойных, свинцовых и многокомпонентных латуней с относительно высоким содержанием цинка (*Конькова*, 2008. С. 301–311).

Опубликованные данные по химическому составу металла предметов конского снаряжения Северо-Восточного Причерноморья X–XIII вв. свидетельствуют, что нелигированную медь использовали для производства кованых украшений. Литые предметы изготовлены из свинцово-оловянной бронзы, многокомпонентной латуни и низкопробного серебра. Примечательно, что наиболее популярный сплав – трехкомпонентная бронза содержал олово и свинец в пределах 1–2 % (*Конькова,* 2006. С. 122–126). Вероятно, для отливки сбруйных украшений в местных мастерских широко использовали лом с низкой концентрацией легирующих компонентов. Так же как и в Гнёздове, ювелиры Северо-Восточного Причерноморья в большинстве случаев не создавали сплав с определенными свойствами, а пользовались тем, что было под рукой.

Уздечные и поясные накладки и наконечники ремней из раскопок могильников X в., оставленных ранними венграми на территории Венгрии, Словакии, Румынии и Австрии, имеют общие морфологические и стилистические черты с украшениями сбруи из гнёздовского погребения Ц-191. Однако находки из Верхнего Поднепровья и Центральной Европы существенно разнятся по составу металла, использованного для их производства. В отличие от гнёздовских образцов, выполненных из сплавов меди с низким содержанием легирующих компонентов, венгерские уздечные украшения отлиты из серебра различной пробы, разбавленного медью или латунным ломом. Как правило, это изделия высокого качества, декорированные позолотой (*Greiff*, 2012. P. 241–260; *Nevizánsky, Košta*, 2012. S. 132–139; *Szegedy*, 1960. S. 324). Схожий состав металла – серебро, легированное латунью, зафиксирован при изучении поясных накладок из ранневенгерского Больше-Тиганского могильника IX–X вв. в Поволжье. Для этих изделий также характерна позолота (*Валиулина, Храмченкова*, 2001. С. 264–279). Венгерская ювелирная традиция, по мнению Р. С. Орлова, существенно повлияла на сложение среднеднепровской школы художественной металлообработки. Уздечные накладки,

обнаруженные в курганах Чернигова, Шестовицы и Седнева, имеют параллели в материалах венгерских могильников X в. и схожи с ними по химическому составу – они отлиты из серебра невысокой пробы или медного сплава, содержащего не более 30 % серебра (*Орлов*, 1984. С. 42–43).

Поясные и сбруйные украшения «венгерского типа» встречаются также в Нижнем Подунавье. Болгарские исследователи полагают, что они появились в этом регионе благодаря контактам с мадьярами в X в. Незаконченные изделия и металлические модели для оттиска в глиняные формы, обнаруженные в последнее десятилетие на памятниках в округе Великого Преслава (Надарево, Новосел и Златар), свидетельствуют о местных центрах производства ременной гарнитуры (*Inkova*, 2012. P. 277–278). В отличие от венгерских образцов, они выполнены преимущественно из медных сплавов. Доля изделий из «чистой» меди и меди с невысоким содержанием лигатур занимает четвертую часть выборки. Приблизительно треть образцов относится к свинцовой бронзе. Среди проб представлены также латуни и бронзы со средним содержанием сплавообразующих элементов: свинцово-оловянные бронзы, многокомпонентные и мышьяковые сплавы. Нет сомнений, что у ювелиров, отливавших ременные накладки на территории Дунайской Болгарии, были собственные источники сырья. В производстве украшений сбруи и пояса они, так же как и в Верхнем Поднепровье, чаще всего использовали многократно переплавленный лом. В целом гнёздовскую и нижнедунайскую выборки сближают два общих момента – широкое употребление низколегированного медного сырья и лужение, следы которого сохранили 80% накладок, исследованных в Болгарии. Конечно, было бы преувеличением говорить о контактах или миграциях мастеров из Нижнего Подунавья в Верхнее Поднепровье, основываясь на некотором сходстве технологических традиций. Стремление использовать относительно дешевые доступные сплавы, а также имитировать более дорогой металл характерно для многих производственных центров, выпускавших массовые серии однотипных вещей (Ibid. P. 280–286).