

ЧАСТЬ 4. СОСТАВ ДРЕВНИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

И.А. Блинов¹, А.Д. Таиров²

¹ – ИМин УрО РАН, г. Миасс, *blinov@mineralogy.ru*

² – ЮУрГУ, г. Челябинск

Состав бронз поселения Шибаетово из подъемных сборов сезона 2017 г.

Поселение Шибаетово 1 располагается на юго-восточном берегу озера Доловое в 1.8 км к ССВ от с. Шибаетово Еткульского района Челябинской области. Основная часть памятника распахивалась, на незатронутой пашней части поселения были отмечены округлые в плане жилищные впадины. Открытое в 1988 г. поселение стационарно исследовалось в 1997–99 гг. экспедицией Челябинского областного краеведческого музея. Общая площадь раскопов составила 489 м². Особенностью культурного слоя поселения является наличие в нем находок, относящихся ко всем основным археологическим культурам степной и лесостепной бронзы Южного Зауралья [Нелин, 2004].

При осмотре поселения в 2017 г. на распахиваемой его части найдено 23 бронзовых предмета: 10 ножей, 2 серпа, 1 тесло, 7 фрагментов недиагностированных изделий и 3 небольших бронзовых слитка.

Целью данной работы стало определение состава бронзовых изделий из сборов 2017 г. как первого этапа общей характеристики предметов из цветного металла поселения Шибаетово 1.

Состав изделий исследовался на портативном рентгенофлюоресцентном анализаторе Innov X alpha. Режим process analytical, время съемки 30 с. Чувствительность анализа составляет 0.1 мас. %.

Все предметы при подъеме имели патинированную поверхность. Известно, что патина искажает результаты РФА. Для оценки влияния патинирования нами проведены анализы с патинированной поверхности изделия и участка этого же предмета, зачищенного абразивом до неизмененного металла. Зачищался участок площадью около 1.5 см². Для оценки влияния консервации предметов на РФА часть предметов анализировалась до консервации (патинированная поверхность и участок, зачищенный абразивом до неизмененного металла) и после консервации (патинированная поверхность и участок, зачищенный абразивом до неизмененного металла и подвергшийся воздействию химикатов, используемых для консервации).

Консервация включала механическую очистку предмета с использованием этилового спирта, многократную обработку его 3%-ным раствором бензотриазола (1,2,3-Бензотриазол, C₆H₅N₃) в спирте, покрытие бескислотным микрокристаллическим воском Cosmoloid H-80.

По результатам проведенных исследований, среди проанализированного металла выделено несколько групп. Критерием отнесения к определенной группе являлось наличие примесей легирующего металла в концентрации выше предела обнаружения (0.1 мас. %) хотя бы в патинированной поверхности: чистая Cu (6 изд.), Sn-бронза (4 изд.), Pb-Sn-бронза (10 изд.), As-Pb-Sn-бронза (2 изд.), Pb-бронза (1 изд.) (табл., рис.).

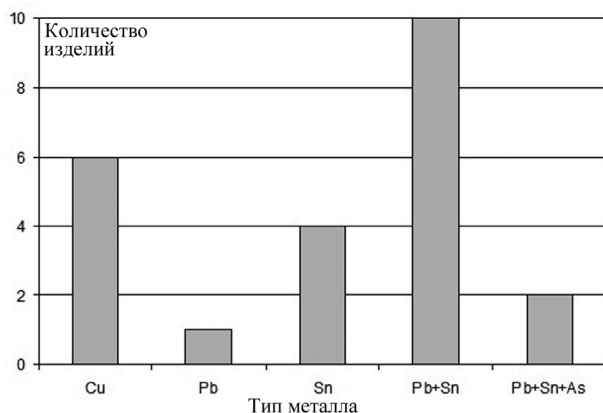


Рис. Гистограмма результатов анализа разных поверхностей изделий поселения Шибавео I (мас. %).

По технологическим группам изделий среди ножей наиболее распространены Pb-Sn-бронзы (6 изд.), As-Pb-Sn-бронзы (2 изд.), Sn-бронза и чистая Cu (по 1 изд.).

Серпы представлены Sn и Pb-Sn бронзой (по 1 изд.). Тесло изготовлено из Sn-бронзы. Фрагменты недиагностированных изделий представлены чистой медью (3 изд.), Pb-Sn-бронзой (2 изд.), Sn и Pb-бронзами (по 1 изд.). Слитки металла представлены чистой медью и Pb-Sn-бронзой (по 1 изд.).

Измеренные абсолютные значения примесей варьируют. Наибольшие содержания легирующих примесей содержатся в ножах. Содержания Pb достигают 4.49 (Ш/16, патинированная поверхность после консервации) и 1.91 мас. % (в нем же, зачищенная поверхность). Содержания Sn достигают 7.4 (Ш/15, патинированная поверхность) и 3.5 мас. % (там же, зачищенная поверхность). Содержания As достигают 0.5 мас. % и фиксируются только в патинированной поверхности.

Для оценки различий между содержаниями Cu, Sn и Pb патинированной и зачищенной поверхности был определен коэффициент концентрации (k), равный отношению концентрации металла в патинированной поверхности (Cп) к концентрации в зачищенной поверхности (Cч):

$$k = Cп/Cч$$

Для разных элементов k не постоянно (см. табл.): k(Cu) во всех случаях равно 1.0 (16 определений); k(Pb) варьирует в пределах 1.7–2.4, среднее 2.0, стандартное отклонение 0.26 (6 определений); k(Sn) варьирует в пределах 1.1–2.3, среднее 1.7, стандартное отклонение 0.4 (12 определений).

Характер патинированной поверхности (подвергшейся консервации или нет) мало влияет на результаты анализа. Так, на патинированных поверхностях предметов после консервации среднее значение содержание Sn – 1.8 %, стандартное отклонение – 0.4 (8 определений), на патинированных поверхностях предметов, не прошедших консервацию – 1.5 %, стандартное отклонение 0.3 (4 определения). Однако малая выборка делает полученные статистические данные ненадежными. То же касается и результатов по Pb, где полученная выборка еще меньше.

Таким образом, можно резюмировать, что жители поселения Шибавео 1 владели навыками переплавки металла и производства из него новых изделий. Об этом свидетельствует наличие слитков и капель металла в подъемных сборах и материалах раскопок и отсутствие металлургических шлаков [Нелин, 2004].

Результаты анализа разных поверхностей изделий поселения Шибаво I (мас. %)

№ п/п	n	Шифр изделия	Тип изделия	Характер поверхности	Реставрация	Cu	Pb	As	Sn	Сумма
1	2 1 k	Ш/1	Нож	П	Н	99.9				99.9
				Ч	Н	100.0 1.0				100.0
2	2 1 k	Ш/14	Нож	П	Р	98.3			1.4	99.7
				Ч	Р	99.2 1.0			0.7 1.9	99.9
3	2 2 k	Ш/15	Нож	П	Р	91.5	0.2	0.5	7.4	99.6
				Ч	Р	96.3 1.0	0.1 2.1		3.5 2.1	99.9
4	3 1 k	Ш/16	Нож	П	Р	94.3	3.6		2.0	99.9
				Ч	Р	96.3 1.0	2.1 1.7		1.6 1.2	100.0
5	1 1 k	Ш/3	Нож	П	Н	91.3	1.5		6.8	99.6
				Ч	Н	95.1 1.0	0.8 1.9		3.8 1.8	99.7
6	1 1 k	Ш/4	Нож	П	Н	94.6	0.1		4.9	99.6
				Ч	Н	96.2 1.0	0.1 1.8		3.4 1.5	99.7
7	1 1 k	Ш/14	Нож	П	Р	98.6	0.1		0.9	99.7
				Ч	Р	99.0 1.0			0.8 1.2	99.9
8	1 1 k	Ш/15	Нож	П	Р	92.5	0.2	0.5	6.5	99.9
				Ч	Р	96.4 1.0	0.1 2.2		3.5 1.9	99.9
9	1 1 k	Ш/16	Нож	П	Р	93.5	4.5		1.9	100.0
				Ч	Р	96.7 1.0	1.9 2.4		1.3 1.5	100.0
10	1	Ш/6	Нож фрагмент	П	Н	99.5	0.1		0.3	99.8
11	3 2 k	Ш/17	Серп	П	Р	99.0			0.2	99.2
				Ч	Р	99.5 1.0				99.5
12	2 1 k	Ш/2	Серп	П	Н	97.0	0.1		2.8	99.9
				Ч	Н	98.0 1.0			2.0 1.4	99.9
13	2 1 k	Ш/5	Тесло	П	Н	94.2			3.2	97.4
				Ч	Н	96.1 1.0			2.9 1.1	99.1
14	1 1 k	Ш/18	Изделие фрагмент	П	Р	99.2			0.5	99.7
				Ч	Р	99.7 1.0			0.2 2.3	99.9
15	1 1 k	Ш/19	Изделие фрагмент	П	Р	98.8				98.8
				Ч	Р	99.0 1.0				99.0
16	1	Ш/8	Изделие фрагмент	П	Н	99.8				99.8

№ п/п	n	Шифр изделия	Тип изделия	Характер поверхности	Реставрация	Cu	Pb	As	Sn	Сумма
17	1	Ш/19	Изделие фрагмент	П	Р	98.6	0.1			98.7
	1			Р	98.9	98.9				
	k				1.0					
18	1	Ш/18	Изделие фрагмент	П	Р	99.1	0.1		0.5	99.7
	1			Р	99.6	0.2			99.9	
	k				1.0	2.1				
19	2	Ш/10	Изделие фрагмент	Ч	Н	98.0	0.1		1.9	100.0
20	1	Ш/11	Слиток	Ч	Н	100.0				100.0
21	1	Ш/12	Слиток	Ч	Н	96.5			3.2	99.7
22	1	Ш/13	Слиток	Ч	Н	95.4	0.2		4.2	99.8
23	1	Ш/7	Долото фрагмент	П	Н	99.9				99.9

Примечание. n – количество анализов, k – коэффициент концентрации (даны в строках для соответствующих элементов); характер поверхности: П – патина, Ч – участок защищенной поверхности. Консервация: Р – прошедшие консервацию («чищенные»), Н – не прошедшие консервацию («нечищенные»).

В качестве легирующих компонентов использовались Sn и Pb. Содержания этих компонентов достигают первых процентов. Изредка встречается примесь As, не превышающая 0.5 мас. %.

При патинировании во внешнем слое предметов происходит накопление Pb и Sn, концентрация которых может увеличиваться неравномерно, в среднем, до 2 и 1.8 раз, соответственно. Это обстоятельство следует учитывать при интерпретации данных РФА, полученных с патинированных поверхностей. Предварительно можно констатировать, что консервация патинированной поверхности с использованием бензотриазола не оказывает существенного влияния на результаты РФА.

Работа поддержана грантом РФФИ 17-31-01086-ОГН\18.

Литература

Нелин Д.В. Шибасов 1: Поселение эпохи бронзы в Южном Зауралье // Вестник ЧГПУ. Серия 1. Исторические науки. Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2004. С. 150–181.

М.Н. Анкушев¹, Ф.Н. Петров², И.А. Блинов¹

¹ – ИМин УрО РАН, г. Миасс, *ankushev_maksim@mail.ru*

² – Аркаим, г. Челябинск

Металлургические шлаки и медные руды поселения бронзового века Левобережное (Южный Урал)

Поселение Левобережное (Синташта II) является одним из 23 укрепленных поселений эпохи бронзы, известных к настоящему времени на территории степного Зауралья. Оно расположено в Брединском районе Челябинской области, на левом берегу р. Синташ-