

М. Н. Анкушев¹, И. А. Блинов¹, И. В. Шевнина², В. Н. Логвин²

¹ – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

ankushev_maksim@mail.ru

² – Костанайский государственный университет, г. Костанай, Казахстан

Состав бронзовых и золотых изделий из могильника Бестамак (Северный Казахстан)

(научный руководитель проф. Зайков В.В.)

Цель работы – характеристика состава бронзовых и золотых изделий могильника Бестамак, расположенного в северной части Костанайской области. При исследованиях были использованы два метода анализа вещества: рентгенофлуоресцентный (РФА) на портативном анализаторе INNOV-X-α-400 и рентгеноспектральный микроанализ (РСМА) на электронном микроскопе Tescan Vega 3 sbu с ЭДС Oxford Instruments X-act. Изделия выполнены из меди, оловянной и мышьяковой бронз, присутствует примесь свинца, висмута, сурьмы и серебра; небольшие содержания железа дают железистые пленки на поверхности изделий.

Авторами выполнен анализ 64 бронзовых и 2 золотых предметов (табл. 1, 2) из коллекций Костанайского областного историко-краеведческого музея и ООО «Тургайская археологическая экспедиция», предоставленных И.В. Шевниной и А.В. Логвиным.

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа бронзовых изделий могильника Бестамак

№ п/п	Место находки	Изделие	Инв. №	Содержание, %								Сумма
				Cu	Sn	As	Pb	Sb	Ag	Fe	Bi	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Бестамак, яма № 110	Браслет	Бе/415	43.2	36.0	3.8	8.2	–	–	0.4	–	91.5
2	Бестамак, яма № 5	Подвеска	б/н	71.0	24.7	0.4	0.7	–	–	0.1	–	96.8
3	Бестамак, яма № 110	Бляшка	НВФ 9128	69.8	22.9	0.1	0.3	–	–	0.4	–	93.6
4	Бестамак	Браслет	Бе-03/415	69.9	19.6	1.8	0.6	–	–	0.8	–	92.7
5	Бестамак, яма № 131	Бронзовая подвеска в 1.5 оборота	Бе/411	71.6	19.2	1.8	0.5	0.5	–	0.5	–	93.9
6	Бестамак, яма № 21	Браслет	Бе-1-91/4954	72.3	18.3	1.2	1.0	–	–	0.2	0.2	93.2
7	Бестамак, яма № 110	Детское височное кольцо	Бе/420	75.2	16.7	0.6	0.6	–	–	0.6	–	93.7
8	Бестамак, яма № 110	Накосное украшение	Бе/663	76.8	15.1	0.2	0.4	–	–	0.1	–	92.6
9	Бестамак, яма № 21	Браслет	Бе-1-91/4949	74.7	14.7	0.7	0.7	–	–	0.1	0.2	91.1
10	Бестамак	Бляшка	Бе-1-92/5694	80.0	13.9	0.5	0.1	–	–	0.6	–	95.0
11	Бестамак, яма № 131	Браслет	Бе/442	81.6	12.9	0.1	0.4	–	–	0.2	–	95.2
12	Бестамак	Бусины	Бе-07/106-111	78.9	12.7	0.8	0.2	0.5	–	0.6	–	93.6
13	Бестамак, яма № 5	Бусина-1 бочонкообразная	б/н	85.4	11.9	0.5	0.1	–	–	0.2	–	98.1
14	Бестамак, яма № 131	Браслет	Бе/1149	87.8	7.6	0.1	0.2	–	–	0.1	–	95.7
15	Бестамак, яма № 5	Листообразная подвеска	б/н	92.7	6.8	–	–	–	0.4	0.1	–	100.0
16	Бестамак	Нож	б/н	85.5	6.3	–	–	–	–	0.7	–	92.5
17	Бестамак, яма № 140	Ажурная бляшка	Бе/438	93.3	4.6	–	0.1	–	–	–	–	98.1
18	Бестамак, яма № 140	Нож	Бе-06/442	88.6	3.5	1.4	0.8	–	–	0.5	–	94.8
19	Бестамак, яма № 140	Тесло	Бе/426	89.2	1.9	2.1	0.1	–	–	0.4	–	93.7
20	Бестамак, яма № 111	Тесло	Бе/428	93.4	1.9	0.5	–	–	–	0.9	–	96.6
21	Бестамак, яма № 5	Бусина кольцеобразная	б/н	90.1	1.1	1.0	0.3	–	–	0.5	–	93.0
22	Бестамак, яма № 103	Нож	б/н	96.4	1.1	0.1	0.1	–	–	0.1	–	97.9
23	Бестамак, яма № 111	Шило с деревянной ручкой	Бе/426	98.1	0.7	0.7	–	–	–	0.5	–	100.0
24	Бестамак, яма № 140	Шило	Бе-06/441	98.6	0.6	0.6	0.1	–	–	0.2	–	100.0
25	Бестамак, яма № 111	Нож с литой рукоятью	Бе-1-07/590	98.3	0.4	1.2	–	–	–	0.1	–	100.0

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
26	Бестамак	Бронзовое зеркало	Бе-1-05/290	98.4	0.4	1.0	0.1	–	–	0.1	–	100.0
27	Бестамак, яма № 24	Игла	Бе-1-91/5509	93.0	0.3	0.7	0.2	–	–	0.6	–	94.8
28	Бестамак, яма № 20-4	Нож	Бе-1-91 А 685 КП 12135/37	93.9	0.2	3.4	0.1	–	–	0.7	–	98.1
29	Бестамак, яма № 5	Тесло	КП 12129/14 А 542	89.2	–	6.2	–	–	–	1.6	–	97.0
30	Бестамак, яма № 20-2	Нож	Бе-1-91	89.7	–	3.1	0.5	–	–	2.0	–	95.2
31	Бестамак, яма № 5	Нож	КП 12129/13 А 543	93.8	–	3.1	–	–	–	3.0	–	99.9
32	Бестамак, яма № 20-4	Нож с отпечатками дере- ва и ткани/травы	б/н	91.5	–	2.8	–	–	–	1.6	–	95.9
33	Бестамак, яма № 55	Нож	КП 12955/26 А 1426	97.6	–	2.2	–	–	–	0.1	–	99.9
34	Бестамак, яма № 170	Тесло	Бе/99	97.6	–	2.0	–	–	–	0.3	–	99.8
35	Бестамак, яма № 170	Топор	Бе-07/83	93.0	–	1.9	0.4	–	–	0.4	–	95.7
36	Бестамак, яма № 170	Долото	Бе-07/103	94.6	–	1.9	–	–	–	0.2	–	96.8
37	Бестамак, яма № 140	Игла с ушком	Бе-06/472	89.9	–	1.5	0.1	–	–	0.8	–	92.3
38	Бестамак, яма № 111	Нож	Бе/427	98.3	–	1.3	0.2	–	–	0.2	–	100.0
39	Бестамак	Нож	б/н	94.6	–	1.1	–	1.5	–	0.2	–	97.4
40	Бестамак, яма № 140	Топор	Бе-06/424	97.9	–	1.1	0.1	–	–	0.8	–	99.9
41	Бестамак, яма № 46	Нож	Бе-93/6524	98.1	–	0.9	–	–	–	1.1	–	100.0
42	Бестамак	Нож	КП 12342/8 А 907	98.8	–	0.8	–	–	–	0.4	–	100.0
43	Бестамак, яма № 55	Нож	Бе-93/6655	98.7	–	0.7	–	–	–	0.5	–	99.9
44	Бестамак, яма № 140	Нож	Бе-06/450	92.2	–	0.5	–	–	–	3.3	–	96.1
45	Бестамак, яма № 140	Крюк	Бе-06/442	98.8	–	0.5	–	–	–	0.8	–	100.0
46	Бестамак, яма № 140	Игла	Бе-06/446	89.9	–	0.5	–	–	–	0.7	–	91.1
47	Бестамак, яма № 170	Крюк	Бе-07/100	96.7	–	0.4	0.1	–	–	0.8	–	97.9
48	Бестамак, яма № 123	Нож	Бе-05/???	99.5	–	0.4	–	–	–	0.2	–	100.0
49	Бестамак, яма № 9	Игла	Бе-1-91/4702	97.9	–	0.3	–	–	–	1.8	–	100.0

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	Бестамак	Нож	КП 12342/6 А 909	96.3	–	0.3	–	–	–	–	–	96.6
51	Бестамак, яма № 20-4	Нож с деревянной руко- ятью	КП 12135/35 А683	93.7	–	0.2	–	–	–	1.5	–	95.3
52	Бестамак, яма № 138	5 наконечников стрел	б/н	97.2	–	0.2	–	–	–	0.1	–	97.3
53	Бестамак, яма № 14	Прокол	КП 12136/5 А655	92.9	–	–	0.1	–	–	1.8	–	94.8
54	Бестамак, яма № 5	Серповидный нож	КП 12342/9 А 906	99.9	–	–	–	–	–	0.1	–	100.0
55	Бестамак	Медные слитки	Бе-1-91/5124	99.6	–	–	–	–	–	0.4	–	99.9
56	Бестамак, яма № 131	Кривой нож	Бе-1-05/1221	99.2	–	–	–	–	–	0.4	–	99.7
57	Бестамак, погребение 26	Нож	КП 12340/2 А 878	98.0	–	–	–	–	–	2.0	–	100.0
58	Бестамак, яма № 140	Серп	Бе/458	97.1	–	–	–	–	–	0.3	–	97.3
59	Бестамак, яма № 21	Нож с деревянной руко- ятью	КП 12261/4 А838	96.5	–	–	–	–	–	0.2	–	96.7
60	Бестамак, яма № 140	Серп	Бе/439	96.1	–	–	–	–	–	0.5	–	96.7
61	Бестамак, яма № 24	Скоба	Бе-1-91/5579	95.0	–	–	–	–	–	0.2	–	95.2
62	Бестамак, яма № 110	Наконечник метательного копья	Бе-03/355	94.7	–	–	–	–	–	0.8	–	95.5
63	Бестамак, яма № 14	Прокол	КП 12356/4 А656	93.1	–	–	–	–	–	0.7	–	93.8
64	Бестамак, яма № 17	Слитки меди	Бе-01/88-98	92.1	–	–	–	–	–	0.4	–	92.5

Примечание. Анализы выполнены на портативном приборе INNOV-α-400, режим Process Analytical, время экспозиции – 30 сек. Оператор И. А. Блинов. Прочерк – элемент не обнаружен.

Таблица 2

Результаты рентгеноспектрального анализа золотых изделий могильника Бестамак

№ п/п	Место находки	Изделие	№ аншлифа	№ анализа	Содержание, %			Сумма	Пробность, ‰
					Au	Ag	Cu		
1	Бестамак, яма № 5	Золотая фольга с бронзовой подвески в 1.5 оборота	Бе-91-8013	13002a	88.75	11.77	0.31	100.84	880
2				13002b	88.75	11.64	0.37	100.77	881
3				13002c	86.50	12.32	0.55	99.37	870
				Среднее	88.00	11.91	0.41	100.33	877
4		Золотая фольга с бронзовой подвески в 1.5 оборота	Бе-03-110-414	13002d	82.11	15.32	1.75	99.18	828
5				13002e	81.70	15.45	1.96	99.11	824
6	13002f			82.56	15.61	1.83	100.0	826	
	Среднее			82.12	15.46	1.85	99.43	826	

Примечание. Анализы выполнены на электронном микроскопе Tescan Vega 3 с ЭДС Oxford Instruments X-act. Аналитик И. А. Блинов.

На основании изучения состава изделий из меди и бронз, установлены определенные типы металлов. За основу была взята классификация, использованная ранее для бронзовых и медных изделий поселения бронзового века Синташта на Южном Урале [Зайкова, 2000].

Типы меди:

- чистая (примесь As, Sn, Pb менее 0.1 %);
- мышьяковистая (As 0.1–1 %);
- оловянистая (Sn 0.1–1 %).

Типы бронзы:

- мышьяковая низколегированная (As 1–3 %);
- мышьяковая высоколегированная (As 3–9 %);
- оловянная низколегированная (Sn 1–4 %);
- оловянная среднелегированная (Sn 4–10 %);
- оловянная высоколегированная (Sn 10–40 %);
- бронза с примесью свинца [Cu+(Sn,As)]+(Pb – 2–8 %).

Изделия могильника Бестамак характеризуются весьма выдержанным составом и на треугольной диаграмме Sn–Cu–As располагаются тесными группами (рис.). Они изготовлены из оловянных, мышьяковых бронз различной степени легирования, чистой меди, меди с примесями Sn, As и Pb. Поле I на треугольной диаграмме включает в себя предметы быта и хозяйственные орудия: ножи, тесла, серпы, иглы, проколы, скобы, крючья, шилья, зеркало, медные слитки. Также в эту группу входит боевое оружие: топор, наконечники стрел, наконечник метательного копья. Интересен состав ножа с литой рукоятью: его лезвие выполнено из мышьяковой бронзы, а рукоять из чистой меди, которая, вероятно, изготавливалась отдельно. Сюда также входят некоторые украшения: листообразная подвеска (единственный предмет с этого памятника, в составе которого зафиксирована примесь серебра) и ажурная, искусно выкованная бляшка. Все изделия, входящие в это поле изготовлены из низко- и среднелегированных оловянных и мышьяковых бронз, меди с примесями Sn, As и Pb, чистой меди.

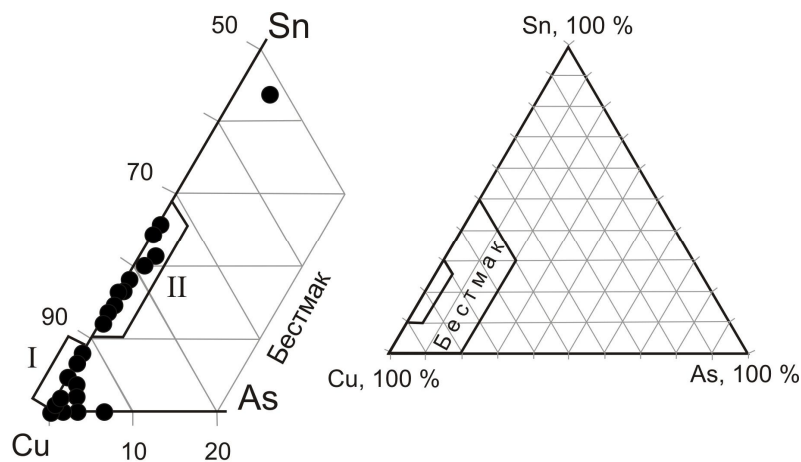


Рис. Треугольная диаграмма (Cu-Sn-As) состава бронзовых изделий могильника Бестмак. Пояснения в тексте.

В поле II на диаграмме входят различные украшения: браслеты, височные кольца, бусины, нашивные бляшки, элементы накового украшения. Все эти изделия имеют сложный состав, они изготовлены из высоколегированной оловянной бронзы с примесями As, Pb, Sb.

Интересным изделием является браслет, сильно отличающийся от остальных по составу (отдельная точка на диаграмме). Он изготовлен из сложной бронзы с высоким содержанием олова (36%), мышьяка (3.8%) и свинца (8.2%).

В ходе исследования особенностей состава металлических изделий памятника Бестмак можно сделать следующие выводы:

- изделия, имеющие различное предназначение (украшения и бытовые предметы) соответствуют группам сплавов разного состава. Например, преобладающее количество бытовых и хозяйственных изделий изготовлены из чистой меди, меди с небольшими примесями Sn, As, Pb и низколегированной бронзы. Обратная ситуация наблюдается в составе большинства украшений и оружия. Замечание относится скорее к оловянным бронзам и сплавам сложного состава. В изделиях, изготовленных из мышьяковых бронз, подобного разделения пока не обнаружено.

Редкие изделия, состав которых сильно отличается от подобных, найденных на том же памятнике, возможно, имеют импортное происхождение, либо изготовлены для специальных нужд, где требуется более высокая твердость и прочность металла.

Золотые изделия памятника Бестмак представлены подвесками в 1.5 оборота. Драгоценный металл представляет собой фольгу, покрывающую бронзовую основу изделия. В качестве единицы сравнения (промилле) взята пробность, под которой подразумевается отношение содержания золота к сумме концентраций этого элемента и других примесей, умноженное на 1000. Основными градациями являются следующие [Петровская, 1973]: высокопробное (999–900 ‰), средней пробности (899–800 ‰), низкопробное (799–700 ‰), электрум (699–400 ‰). Золотые изделия с поселения Бестмак являются среднепробными (820–890 ‰).

Неоднородностей в составе металла не выявлено, фольга имеет равномерный состав в краевых и центральных частях. Включений металлов платиновой группы в

золоте не обнаружено. Поиски таких включений в изделиях памятников Северного Казахстана в дальнейшем предполагают применение рентгеноспектрального микроанализа к большому количеству предметов.

Литература

Зайкова Е. В. Геохимические типы меди и бронз в металлических изделиях поселения Синташтаг// Археологический источник и моделирование древних технологий. Тр. Музея-заповедника Аркаим. Челябинск: 2000. С. 104–111.

Петровская Н.В. Самородное золото (общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса). М.: Наука, 1973. 347 с.