

*М.Н. Анкушев¹, И.П. Алаева², П.С. Медведева²,
И.В. Чечушков³, Д.В. Шаранов³*

¹ – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, ankushev_maksim@mail.ru

² – Челябинский государственный педагогический университет, г. Челябинск

³ – Питтсбургский Университет, г. Питтсбург, США, des114@pitt.edu

Металлургические шлаки поселений бронзового века в долине р. Зингейка (Южный Урал)

В 2014–2015 гг. в долине р. Зингейка (левый приток р. Урал) была проведена археологическая разведка, целью которой было исследование поселенческих памятников бронзового века (руководители работ И.В. Чечушков, И.П. Алаева). На участке от современного поселка Кацбах до поселка Заря Кизильского района Челябинской области, протяженностью в 5 км, находится 10 поселений, одно из них – укрепленное поселение Сарым-Саклы синташтинского времени, девять – неукрепленные поселения с материалами позднего бронзового века и финала бронзового века.

Культурный слой памятников исследовался с помощью шурфовки (сечение шурфов 1×1 м и 2×2 м), весь грунт просеивался через сито с размером ячеек 0.6 см. В заполнении шурфов пяти поселений были обнаружены металлургические шлаки в количестве 49 единиц. В шурфе поселения Сарым-Саклы, заложенного за пределами укреплений было зафиксировано 26 единиц шлака, сопровождаемых керамикой синташтинского типа. В шурфах неукрепленных поселений металлургические шлаки были обнаружены в слое 4-х памятников (поселения Лебяжье IV, Кацбах I, Кацбах II, Кацбах VI) в количестве 23 единиц. На поселениях Кацбах I (в одном шурфе) и Лебяжье IV (в четырех шурфах) было представлено 9 и 12 единиц шлака, соответственно. В шурфе поселения Кацбах VI и поселения Кацбах II были обнаружены единичные экземпляры шлака. Культурные слои неукрепленных поселений, включающие металлургические шлаки, содержали фрагменты керамических сосудов алакульской и срубной культуры и могут быть датированы поздним бронзовым веком.

Коллекция металлургических шлаков, собранная с поселений долины р. Зингейки, относится к разным хронологическим этапам бронзового века, что ставит задачи установления возможных отличий шлака синташтинского и срубно-алакульского времени, определения типа руд, использовавшихся в металлургическом процессе.

В задачи работ входило определение геохимических особенностей и минерального состава шлаков. В ходе работы была изучена коллекция из 49 образцов. Образцы с поселения Сарым-Саклы представляют собой обломки шлаковых лепешек размером 0.5–3 см. Некоторые лепешки имеют называемую «закраину» – валиковое утолщение. Цвет черный. Внешняя поверхность гладкая, неровная, стекловидная. Нижняя поверхность, которая соприкасалась с металлом, ровная и насыщена мелкими порами. Шлаки с поселений Лебяжье IV, Кацбах I, Кацбах II, Кацбах VI имеют неправильную, комковатую форму, цвет варьируется от черного до серого с коричневыми оттенками, степень пористости различна. Размер образцов 0.5–6 см.

Из наиболее крупных обломков шлаков были изготовлены 9 аншлифов для изучения минерального состава в отраженном свете. Исследования проводились в Институте минералогии УрО РАН на оптическом микроскопе Olympus BX 51. В результате было выделено два типа шлаков: хромитсодержащие и сульфидсодержащие.

Первый тип – хромитсодержащие шлаки отмечены только на укрепленном поселении Сарым-Саклы. Они характеризуются порфировой структурой; пятнистой и паркетовидной текстурой. Основную массу шлака составляют кристаллы оливина, стекло, зерна хромшпи-

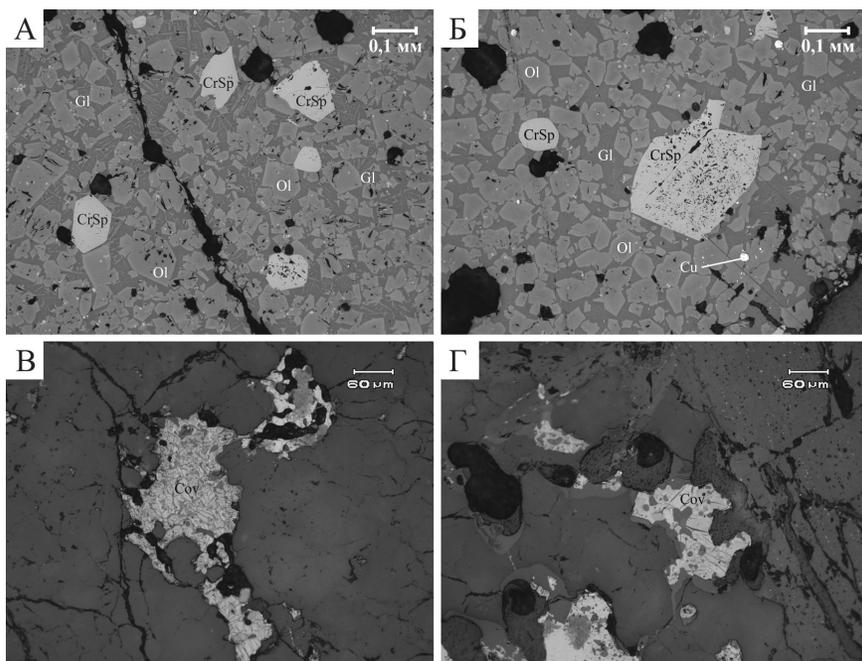


Рис. Минеральные включения в металлургических шлаках долины р. Зингейка. А, Б – хромитсодержащие шлаки с поселения Сарым-Саклы (обр. w641-10/2s, отраженный свет), В, Г – сульфидсодержащие шлаки с поселения Кацбах I (обр. w937-20/1s, отраженный свет). Обозначения минералов: CrSp – хромшпинелид, Cov – ковеллин, Ol – оливин, Gl – стекло.

нелидов, магнетит (рис.). Оливин образует призматические идиоморфные кристаллы, часто с хорошо выраженной зональностью. В отраженном свете по периферии кристаллов видна более светлая кайма. Матрица стекла включает большое количество мелких цепочечных кристаллов оливина. Магнетит образует мелкие гипидиоморфные зерна и скелетные кристаллы. Количество магнетита в образце может варьировать, обычно не превышая 3 %.

Минеральные включения представлены зернами хромшпинелидов размером 0.1–0.5 мм, встречаются как в виде идиоморфных, так и округлых зерен (рис. А, Б). Часто наблюдаются пористые или частично разрушенные зерна. По периферии обычно развивается сплошная или разорванная магнетитовая кайма. В хромитсодержащих шлаках часто встречаются литокласты горных пород изометричной формы различного размера, часто с оплавленными границами. Литокласты представлены обломками кварца и серпентинитов. Расплавные включения представлены редкими однофазными включениями меди изометричной, округлой формы, размером в несколько микрон.

Второй тип – сульфидсодержащие шлаки отмечены на поселениях позднего бронзового века Кацбах I и Кацбах VI. Характеризуются порфировой, редко афировой структурой; пятнистой и паркетовидной текстурой. Основная масса представлена оливином и стеклом. Кристаллы оливина имеют цепочечную форму. Зональность кристаллов наблюдается, но проявлена обычно значительно слабее, чем в призматических кристаллах предыдущей группы. Магнетит образует редкие скелетные кристаллы и мелкие изометричные зерна. Минеральные включения представлены реликтовым обломками сульфидных руд (халькозина и ковеллина) (рис. В, Г). Они имеют неправильную, угловатую форму, размер включений 0.1–0.3 мм. Зерен хромшпинелидов не отмечено.

**Результаты рентгенофлуоресцентного анализа металлургических шлаков из сборов разведочной экспедиции
по р. Зингейка 2014–15 гг.**

№ п/п	Памятник	№ обр.	Содержание, мас. %																
			Cu	Zn	As	Pb	Cr	Ni	Co	Fe	Ti	Mn	V	Mo	Zr	LE			
1		w641_10/1s	11.16	-	0.23	-	-	0.35	-	0.30	42.81	0.37	0.12	-	-	-	-	0.01	44.66
2		w641_10/2s	0.08	-	-	-	-	1.02	-	0.31	36.50	0.50	0.18	-	-	-	-	0.01	61.40
3		w641_30/3s	6.57	-	0.27	-	-	0.69	0.24	-	40.06	0.43	-	-	-	-	-	0.01	51.72
4		w641_30/4s	0.49	-	-	-	-	0.16	-	-	64.04	-	0.10	-	-	-	-	0.01	35.19
5		w641_30/5s	0.21	-	-	-	-	0.76	-	0.52	49.01	0.44	0.13	-	-	-	-	0.01	48.92
6		w641_30/6s	0.70	-	-	-	-	0.32	-	-	57.54	0.41	0.10	-	-	-	-	0.01	40.92
7		w641_30/7s	0.93	-	-	-	-	0.15	-	0.39	49.95	0.39	0.11	-	-	-	-	0.01	48.08
8		w641_30/8s	0.55	-	-	-	-	0.40	-	-	35.54	0.47	0.21	-	-	-	-	0.01	62.82
9		w641_30/9s	0.38	-	-	-	-	0.23	-	-	42.61	-	0.12	-	-	-	-	-	56.66
10		w641_30/10s	0.29	-	-	-	-	1.03	-	0.40	54.15	0.40	0.14	-	-	-	-	-	43.59
11		w641_30/11s	0.45	-	-	-	-	0.11	-	0.31	42.61	0.51	0.17	-	-	-	-	0.01	55.83
12		w641_30/12s	0.80	-	0.16	-	-	0.61	0.05	-	41.24	-	0.14	-	-	-	-	0.01	56.98
13		w641_30/13s	0.46	-	-	-	-	-	-	0.39	62.76	-	0.14	-	-	-	-	-	36.25
14		w641_30/14s	3.97	-	0.41	-	-	0.37	0.10	0.38	55.90	0.49	-	-	-	-	-	0.01	38.37
15		w641_30/15s	0.23	-	-	-	-	0.85	-	0.41	49.23	-	0.14	-	-	-	-	-	49.14
16		w641_30/16s	7.73	-	-	-	-	-	-	-	23.48	0.55	0.11	-	-	-	-	0.02	68.11
17		w641_30/17s	0.58	-	-	-	-	0.28	-	-	43.14	-	0.16	-	-	-	-	0.01	55.84
18		w641_30/18s	0.30	-	-	-	-	0.14	-	0.64	37.43	0.94	0.11	-	-	-	-	0.01	60.42
19		w641_30/19s	1.64	-	0.42	-	-	0.36	0.20	0.50	37.60	-	0.14	-	-	-	-	-	59.15
20		w641_30/20s	0.10	-	-	-	-	0.67	-	0.47	45.07	0.45	-	-	-	-	-	-	53.24
21		w641_30/21s	0.20	-	-	-	-	0.48	-	0.32	28.55	0.56	0.21	-	-	-	-	0.02	69.67
22		w641_30/22s	0.24	-	-	-	-	0.87	-	-	40.04	-	-	-	-	-	-	-	58.85
23		w641_30/23s	0.28	-	-	-	-	0.67	-	-	42.97	0.61	0.15	-	-	-	-	-	55.32
24		w641_20/1s	1.43	-	0.26	-	-	0.33	-	-	39.95	0.34	-	-	-	-	-	0.01	57.69
35		w641_20/3s	1.97	-	0.19	-	-	0.30	-	-	52.89	-	-	-	-	-	-	-	44.65
36		w641_20/2s	3.64	-	-	-	-	0.47	-	-	30.91	-	0.13	-	-	-	-	-	64.85
27		w1012_30/15	0.24	0.19	-	-	-	-	-	-	38.99	-	0.32	-	-	-	-	0.06	60.20

Окончание таблицы

№ п/п	Памятник	№ обр.	Содержание, мас. %														
			Cu	Zn	As	Pb	Cr	Ni	Co	Fe	Ti	Mn	V	Mo	Zr	LE	
28	Лебяжье IV. шурф 3. гл.-10-30	w1129_30/1s	1.02	0.12	-	-	-	-	-	-	29.44	-	0.78	-	0.01	0.01	68.62
29	Лебяжье IV. шурф 2. гл.-30-50	w1012ne1_50/15	0.22	0.10	-	-	-	-	-	-	43.99	-	0.52	-	0.01	0.01	55.16
30	Лебяжье IV. шурф 3. гл.-30-55	w1129_55/1s	0.87	0.10	-	-	-	-	-	-	31.18	-	0.50	-	0.03	-	67.33
31		w1129_55/2s	5.87	0.11	-	-	-	0.04	-	-	33.94	-	1.17	-	0.02	0.01	58.84
32		w1129_55/3s	0.61	0.15	-	-	-	-	-	-	38.68	-	1.19	-	0.02	0.01	59.33
33		w1129_55/4s	1.27	-	-	-	-	0.05	-	-	32.58	0.83	3.19	0.34	0.02	0.02	61.72
34		w1129_55/5s	1.37	0.05	-	-	-	-	-	-	34.28	0.39	1.41	-	0.01	0.01	62.47
35		w1129_55/6s	1.03	0.18	-	-	-	-	-	-	36.66	-	1.83	-	0.02	0.01	60.27
36		w1129_55/7s	0.91	0.12	-	-	-	0.05	-	-	29.77	-	0.70	-	0.02	0.01	68.43
37		w1129_55/2r	11.72	0.14	-	-	-	-	-	-	16.10	-	0.40	-	-	-	71.64
38		w1129_55/3r	19.62	-	-	-	-	-	-	-	20.09	-	0.56	-	0.02	-	59.71
39		Кацбах I. шурф 1. гл.- 60-80	w937_80/2s	16.42	0.52	-	1.49	-	-	-	-	5.22	0.26	0.09	-	-	-
40	Кацбах I. шурф 1. гл.0- 20	w937_20/1s	0.83	-	-	-	-	-	-	0.22	10.64	-	0.26	-	-	0.02	88.03
41		w937_20/2s	0.33	0.18	-	-	-	-	-	-	36.82	-	0.41	-	0.04	0.01	62.21
42		w937_20/3s	7.21	0.96	-	2.08	-	-	-	-	8.88	0.64	-	0.41	-	-	79.53
43	Кацбах I. шурф 1. гл.-20-40	w937_40/1s	0.63	0.13	-	-	-	-	-	-	28.60	-	0.50	-	0.01	-	70.13
44		w937_40/2s	11.41	0.13	-	-	-	0.04	-	-	18.03	-	0.31	-	0.02	0.01	70.05
45		w937_40/3s	0.80	0.14	-	-	-	-	-	-	23.53	0.67	0.50	-	0.02	0.01	74.35
46		w937_40/4s	3.60	-	-	-	0.19	-	-	-	20.77	5.55	0.33	3.31	-	0.07	66.19
47		w937_40/6s	2.59	0.07	-	-	-	0.05	-	-	22.20	-	0.35	-	0.01	0.01	74.71
48	Кацбах II. шурф 3. гл.-10-30	w1011_30/1a	0.64	0.22	-	-	-	-	-	-	26.62	-	0.63	-	-	-	71.84
49	Кацбах VI. шурф 2. гл.-30-45	w889_45/1s	0.54	-	-	-	-	-	-	-	20.10	6.42	0.33	4.50	-	0.09	68.03

Примечание: анализ проведен в Институте минералогии УрО РАН. г. Миасс на портативном приборе INNOV-X α 400 (режим Process Analytical, время экспозиции 30с). LE – элементы легче Ti (не определяются). Прочерк – не обнаружено.

Расплавные включения чаще представлены корольками частично расплавленных сульфидов (халькозина и ковеллина) и меди различной величины.

Для определения геохимических особенностей шлаков применен рентгенофлуоресцентный анализ (проводился в Институте минералогии УрО РАН на портативном приборе INNOV-X α 400, режим Process Analytical, время экспозиции 30 сек, аналитик М.Н. Анкушев). С каждого образца сделано по одному анализу (табл.). Metallургические шлаки с поселения Сарым-Саклы отличаются присутствием в своем составе (мас. %): Cr до 1, Co до 0.6 и As до 0.27; шлаки с поселений Лебяжье IV, Кацбах I и Кацбах II часто включают Zn до 1 и Mo до 0.06, напротив Cr, Co встречаются в единичных случаях, As не отмечен.

Таким образом, в культурных слоях поселений бронзового века в долине реки Зингейка представлено два типа металлургических шлаков – хромитсодержащих и сульфидсодержащих. Примечательна связь первого типа с синташтинским укрепленным поселением Сарым-Саклы, а второго – со срубно-алакульским слоем поселений. Подобные типы шлаков уже неоднократно отмечались на археологических памятниках бронзового века на Южном Урале [Зайков и др., 2013]. Этот факт может свидетельствовать об использовании двух типов медных руд в качестве металлургического сырья на разных хронологических этапах бронзового века Южного Зауралья. Хромитсодержащие шлаки могли получаться в результате переработки окисленных малахитовых руд, связанных с гипербазитами. Ярким примером таких месторождений является древний рудник Воровская яма, расположенный в 6 км к СЗ от укрепленного поселения Сарым-Саклы [Зайков и др., 2013]. На руднике были найдены обломки хромитсодержащих шлаков, идентичные образцам с поселения Сарым-Саклы. Сульфидсодержащие шлаки могли получаться в ходе передела медных руд, слагающих подзоны цементации медных месторождений, обогащенные халькозином и ковеллином [Белогуб, 2009; Samata, 1986].

Дальнейшие исследования следует направить на сравнение состава хромшпинелидов из шлаков с поселения Сарым-Саклы и возможного источника медного сырья – рудника Воровская яма, а также исследование состава сульфидов неукрепленных поселений позднего бронзового века долины р. Зингейка с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Работа выполнена в рамках проектов РФФИ № 16-36-00299 мол_а, № 14-06-00287, междисциплинарного проекта УрО РАН 15-134-569.

Литература

Белогуб Е.В. Гипергенез сульфидных месторождений Южного Урала. Дис. соиск. уч. степ. д.г.-м.н. Миасс, 2009, 537 с.

Зайков В.В., Юминов А.М., Анкушев М.Н., Ткачев В.В., Носкевич В.В., Епимахов А.В. Горно-металлургические центры бронзового века в Зауралье и Мугоджарах // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Геоархеология, этнология, антропология». Иркутск: изд-во ИГУ, 2013. С. 174–195.

Samata J.C. Ore fields and continental weathering. Van Nostrand Reinhold Co, 1986. 326 p.