

Кузьмина Е.Е. Отчет Еленовского отряда Оренбургской археологической экспедиции 1965 г. // НОА ИА РАН. Ф. 1. Р-1. № 3081.

Кузьмина Е.Е. Отчет Еленовского отряда Южноуральской экспедиции за 1966 г. // НОА ИА РАН. Ф. 1. Р-1. № 3427.

Сорокин В.С. Жилища поселения Тасты-Бутак // Краткие сообщения Института археологии. 1962. Вып. 91. С. 51–60.

Ткачев В.В. Горно-металлургические комплексы в системе археометаллургической таксономии // Вестник Челябинского гос. ун-та. История. 2009. Вып. 38. № 41 (179). С. 5–7.

Умрихин С.М., Ткачев В.В., Фомичев А.В. Работы в Ишкининском археологическом микрорайоне // Археологические открытия 2009 г. М.: ИА РАН, 2013. С. 241–242.

Фомичев А.В. Metallургический комплекс на поселении Кудук-сай в Еленовско-Ушкатинском археологическом микрорайоне // Штрихи к портретам минувших эпох. Археология, история, этнография. Зимовники: Зимовниковский краеведческий музей, 2014. Кн. (ММХIV) I. С. 293–300.

Формозов А.А. Археологические памятники в районе Орска // Краткие сообщения Института истории материальной культуры. 1951. Вып. XXXVI. С. 115–121.

Анкушев М.Н.¹, Юминов А.М.^{2,1}, Блинов И.А.¹, Котляров В.А.¹

¹ – Институт минералогии УрО РАН,

г. Миасс, ankushev_maksim@mail.ru

² – Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе

Металлургические шлаки древнего Рудника Воровская Яма (Южный Урал)

Древний рудник Воровская Яма располагается на междуречье рек Зингейка-Куйсак, близ пос. Зингейский. Выработка имеет округлую форму, диаметр 30–40 м и глубину 3–5 м. Отвал состоит из трех горизонтов, разделенных погребенными почвами. Канавой вскрыт культурный слой с фрагментами сосудов алакульского типа, а в подъемных материалах на бортах карьера найдена посуда сингаштинско-петровского облика. На этом основании был сделан вывод, что основные этапы функционирования рудника связаны со временем средней и поздней бронзы [Зайков и др., 2000]. **Рудовмещающие горные породы**, к которым приурочены медные руды, представлены серпентинитами, тальк-карбонатными и хлорит-эпидотовыми образованиями. **Рудная зона** линзовидной формы мощностью в раздуже 8 м и длиной 25 м, сложена пироксен-гранатовыми породами типа родингитов или скарнов. Медное оруденение представлено комплексом вторичных минералов зоны гипергенеза, самым распространенным является малахит [Зайков и др., 2014].

В ходе проведения георадарной съемки древнего рудника Воровская яма в 2012 г., на днище карьера были обнаружены несколько фрагментов металлургических шлаков. Открытие представляет большой интерес, так как это первая находка шлаков непосредственно на руднике бронзового века на Южном Урале.

В ходе исследований было изучено 3 образца металлургических шлаков. Оптические исследования аншлифов проводились на микроскопах Axiolab Carl Zeiss и Olympus BX-51. Состав шлака устанавливался на рентгенофлуоресцентном анализаторе INNOV- α -400 (режим Soil, время экспозиции – 30 сек, аналитик Анкушев М.Н.). Составы минералов шлаков установлены на растровом электронном микроскопе РЭММА 202М с рентгеновским ЭДС LZ-5 (SiLi детектор, разрешение 140 eV; ускоряющее напряжение 20 или 30 кВ, ток зонда

4–6 нА) и сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 с ЭДС Oxford Instruments X-act (аналитики В.А. Котляров, И.А. Блинов). При проведении количественного анализа использовались стандарты чистых металлов (MICRO-ANALYSIS CONSULTANTWS LT, LTD, X-RAY MICROPROBE STANDARDS, REGISTERED STANDARD NUMBER 1362) или синтетических (или природных) минералов (ASTIMEX SCIENTIFIC LIMITED, MINM25-53, Mineral Mount Serial N0:01-044). Формулы хромшпинелидов рассчитывались анионным методом на 4 ат. О, пироксена – на 6 ат. О, волластонита – на 3 ат. О, анортита – на 8 ат. О. В работе применены общеизвестные для хромшпинелидов параметры: хромистость #Cr (Cr/(Cr+Al)) и магнезиальность #Mg (Mg/(Mg+Fe²⁺)), рассчитанные по атомным количествам компонентов.

Образцы представлены обломками шлаковых лепешек толщиной до 1 см и размером 2–3 см. Цвет темно-серый, бурый, черный, пористость составляет 3–5 %. Структура порфировая. Текстуры весьма разнообразны: пятнистая, паркетовидная, перистая (рис. 1). Рентгенофлуоресцентный анализ показал повышенное содержание цинка во фрагментах шлаков (табл. 1). Расплавные включения в шлаках всех типов представлены однофазными включениями меди изометричной, округлой, реже вытянутой формы. Размер их весьма разнообразен – от мельчайших, слабо различимых в оптический микроскоп до нескольких миллиметров. По периферии корочки меди окислены, вплоть до полного замещения купритом. По минеральному составу шлаки весьма разнообразны.

Образец ВЯ 100-1. Основную массу шлака составляют пироксен (геденбергит, 30–40 %) и волластонит (10–20 %) (здесь и далее доля от общего объема образца шлака) во вмещающей массе стекла с мелкими кристаллитами пироксена – 35–40 %. Кроме того, в шлаке присутствуют магнетит (5–10 %) и единичные зерна кварца. Геденбергит (табл. 2) образует удлиненные идиоморфные кристаллы величиной до 0.3 мм. Волластонит представлен удлиненными призматическими и ящичными кристаллами размером до 0.2 мм, зачастую образующими радиально-лучистые сростки. Состав минерала близок стехиометричному. Магнетит в шлаках образует агрегаты различной морфологии: гипидиоморфные зерна величиной до 0.02 мм, скелетные кристаллы, кляксовидные выделения и мелкие симплектитовые вроски в кристаллах пироксена. Кварц встречается в виде единичных зерен различной морфологии размером до 0.1 мм.

Образец ВЯ 100-2. Основную массу шлака составляет стекло (80 %), вмещающее удлиненные идиоморфные кристаллы анортита размером до 50 мкм. В купритовой кайме рас-

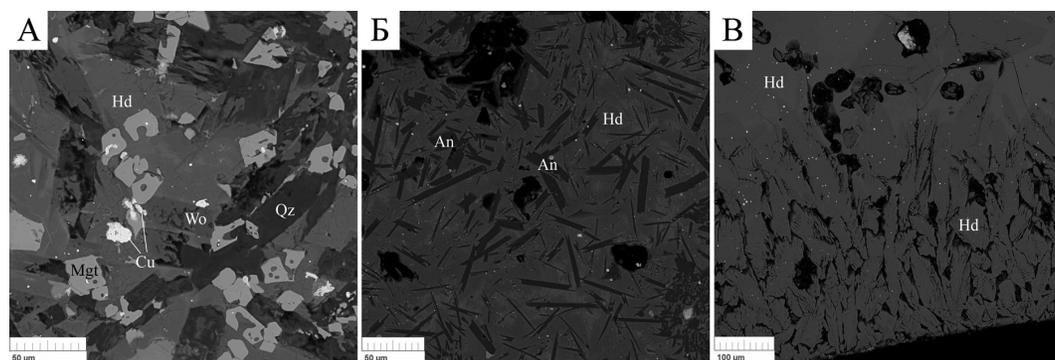


Рис 1. Основные минералы металлургических шлаков древнего рудника Воровская яма. Изображения в отраженных электронах. А – зерна волластонита и кварца в массе геденбергита. Обр. ВЯ 100-1; Б – удлиненные кристаллы анортита в шлаке. Обр. ВЯ 100-2; В – корочка закалки поверхности шлаковой лепешки, образованная перистыми кристаллами геденбергита. Обозначения минералов: Hd – геденбергит, Wo – волластонит, Qz – кварц, An – анортит, Mgt – магнетит, Cu – медь.

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа металлургических шлаков с древнего рудника Воровская яма

№ п/п	№ обр	Cu	Zn	Cr	Pb	Mo	Mn	Ti
1	ВЯ 100-1	23711	350	–	60	–	14259	–
2	ВЯ 100-2	7756	373	925	–	–	5145	6185
3	ВЯ 100-3	8055	420	–	–	161	6197	–

Примечание: анализ выполнен на рентгенофлуоресцентном микроанализаторе INNOV- α -400. Режим Soil. Время экспозиции – 30 сек. ИМин УрО РАН, аналитик М.Н. Анкушев

плавных включений встречаются субмикронные агрегаты, содержащие серебро, серу, селен и теллур. Количественный анализ включений, из-за их малого размера, получить не удалось. Серебро и селен весьма редки, а находка теллура является первой в древних металлургических шлаках Южного Урала. Селен и теллур указывают на использование не только окисленных руд в процессе плавки, а также и руд из зоны вторичного обогащения зоны окисления.

Образец ВЯ 100-3. Основную массу шлака составляют перистые кристаллы геденбергита в матрице стекла. Стекло шлака характеризуется повышенными (до 20 мас. %) содержаниями калия. Иногда на поверхности образца шлака фиксируется корочка закалки, представленная отдельными срастаниями перистых кристаллов пироксена величиной до 0.2 мм (рис. 1В). В расплавных включениях обнаружены сера, селен и висмут. Минеральные микровключения представлены зернами хромшпинелидов размером 0.01–0.1 мм (рис. 2), которые встречаются как в виде гипидиоморфных зерен, так и ксеноморфных с изъеденными границами. По периферии обычно развивается сплошная или прерывистая магнетитовая кайма. Состав хромшпинелидов варьирует в диапазоне (мас. %): Cr_2O_3 46–50; Al_2O_3 5–16; MgO 0.5–3; FeO 20–34; TiO_2 0–0.2; MnO 1.1–3.3; ZnO 0.8–13.52; V_2O_5 до 0–0.4 (табл. 3).

Цинковистый хромшпинелид представлен в виде пористых зерен сложной морфологии и округлых реликтов, окруженных мощной магнетитовой каймой (рис. 2Б, В). Подобные образования в природе являются результатом преобразования исходных акцессорных хромшпинелидов причем самого различного состава в результате гидротермально-метасоматических и гидрогенных процессов. Основное значение имеют изоморфные замещения $\text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$, Fe^{2+} [Силаев и др., 2008]. В ранее изученных хромшпинелидах древних шлаков Южного Урала

Рис. 2. Включение хромшпинелида в металлургическом шлаке древнего рудника Воровская яма. Обр. ВЯ 100-3. Изображение в отраженных электронах.

Обозначения минералов: CrSp – хромшпинелид, Hd – геденбергит, Mgt – магнетит, Cu – медь, Gl – стекло.

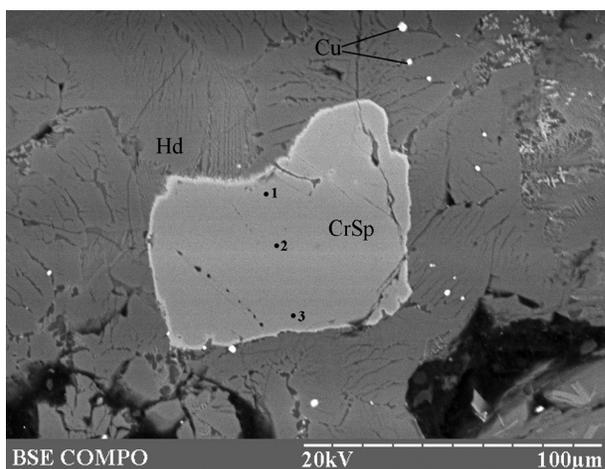


Таблица 2

Состав новообразованных минералов в металлургических шлаках древнего рудника Воровская яма

№ п/п	№ обр	№ ан.	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Сумма
Геденбергит (Ca _{0,78-1,1} K _{0,00-0,11} Na _{0,00-0,17} 0,92-1,1)(Fe _{0,74-1,02} Mg _{0,01-0,3} Mn _{0,01-0,06} 0,95-1,15)(Si _{1,66-1,81} Al _{0,17-0,43} Ti _{0,0-0,03} Cr _{0,0-0,1}) _{1,92-2,14} O ₆													
1		16114d	41.08	20.73	8.74	26.28	1.44	—	—	0.95	—	—	99.22
2	ВЯ 100-1	16114e	39.98	18.80	6.82	28.13	0.19	1.53	1.88	1.68	—	—	99.02
3		16114f	42.70	20.92	7.88	25.54	1.19	—	—	0.83	—	—	99.05
4		16114h	39.62	17.11	8.18	28.80	0.28	2.03	2.08	1.61	—	—	99.72
5		2034d	40.00	21.86	4.15	26.43	1.02	—	0.59	1.01	0.19	0.21	95.46
6	2034g	42.03	24.32	3.43	25.11	4.11	—	0.18	0.52	0.02	0.02	99.73	
7	2035b	40.08	24.67	6.28	22.81	4.22	—	0.18	0.24	0.90	—	99.38	
8	ВЯ100-3	16115a	44.47	20.19	6.75	24.19	2.20	0.31	1.02	0.46	0.24	—	99.84
9		16115b	43.21	20.02	6.76	24.17	1.40	0.91	1.51	0.71	0.35	—	99.03
10		16115d	44.53	21.65	5.31	22.03	5.00	—	—	0.57	0.39	—	99.49
11	16115h	44.45	21.47	5.99	22.85	3.51	—	—	0.42	0.40	—	99.10	
Воластонит (Ca _{0,9-0,91} Fe _{0,03-0,05} Mg _{0,01} Mn _{0,01} 0,96-0,97)Si _{1,02-1,03} O ₃													
12	ВЯ 100-1	16114c	52.82	43.67	0.13	2.80	0.24	—	—	0.51	—	—	100.16
13		16114g	52.75	43.68	—	2.12	0.27	—	—	0.35	—	—	99.16
Анортит (Ca _{0,76} Na _{0,2} K _{0,001-0,02} Mg _{0,0-0,01} Fe _{0,003-0,017} 1,02-1,04)(Al _{1,71-1,72} 0,22)Si _{0,06-0,08} 2)Si ₂ O ₈													
14	ВЯ 100-2	16116a	47.30	15.03	30.65	3.93	—	2.20	0.24	—	—	—	99.35
15		16116b	47.84	15.25	31.44	2.36	0.17	2.26	0.28	—	—	—	99.59
Стекло полевошпатового состава													
16	ВЯ100-3	2035d	55.64	0.42	20.34	3.25	0.46	—	19.49	—	—	—	99.60
17		16115i	54.51	1.79	21.66	3.14	—	1.32	16.49	0.29	0.20	—	99.39

Примечание: анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на электронных микроскопах Tescan Vega 3 с ЭДС Oxford Instruments X-act (№№ 1–4, 8–15, 17), аналитик И. А. Блинов и РЭММА 202М (№№ 5–7, 16) аналитик В. А. Котляров. Прочерк – не обнаружено.

Состав хромшпинелидов из металлургических шлаков древнего рудника Воровская яма (обр. № ВЯ 100-3)

№ п/п	№ ан.	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	ΣFeO	TiO ₂	MnO	ZnO	V ₂ O ₃	Сумма	Кристаллохимическая формула	#Cr	#Mg
1	2034a	48.84	14.69	2.38	30.63	—	1.58	1.11	—	99.23	(Fe ²⁺ _{0.82} Mg _{0.12} Mn _{0.05} Zn _{0.03}) _{1.02} (Cr _{1.34} Al _{0.6} Fe ³⁺ _{0.06}) ₂ O ₄	0.69	0.13
2	2034b	49.10	15.55	2.88	29.26	0.21	1.29	0.82	0.25	99.36	(Fe ²⁺ _{0.81} Mg _{0.15} Mn _{0.04} Zn _{0.02}) _{1.01} (Cr _{1.33} Al _{0.63} Fe ³⁺ _{0.03} Ti _{0.001} V _{0.001}) ₂ O ₄	0.68	0.15
3	2034c	49.51	15.83	2.75	29.13	0.12	1.1	0.99	0.38	99.81	(Fe ²⁺ _{0.81} Mg _{0.14} Mn _{0.03} Zn _{0.02}) _{1.01} (Cr _{1.33} Al _{0.64} Fe ³⁺ _{0.02} V _{0.001}) ₂ O ₄	0.68	0.15
4	2034e	46.62	15.36	0.48	19.88	0.11	3.29	13.52	0.09	99.34	(Fe ²⁺ _{0.54} Zn _{0.35} Mn _{0.1} Mg _{0.03}) _{1.02} (Cr _{1.31} Al _{0.64} Fe ³⁺ _{0.05}) ₂ O ₄	0.67	0.04
5	2035a	50.13	5.53	2.10	34.22	0.24	2.35	5.17	—	99.73	(Fe ²⁺ _{0.77} Zn _{0.14} Mg _{0.12} Mn _{0.07}) _{1.1} (Cr _{1.48} Fe ³⁺ _{0.27} Al _{0.24} Ti _{0.01}) ₂ O ₄	0.86	0.13
6	16115c	9.38	4.74	2.96	81.18	0.42	0.84	—	—	100*	(Fe ²⁺ _{0.81} Mg _{0.16} Mn _{0.03}) ₁ (Fe ³⁺ _{1.52} Cr _{0.27} Al _{0.2} Ti _{0.01}) ₂ O ₄	0.43	0.17

Примечание: анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на электронных микрокопах РЭММА 202М (№№ 1–5), аналитик В. А. Котляров и Tescan Vega 3 с ЭДС Oxford Instruments X-act (№ 6), аналитик И. А. Блинов. Прочерк — не обнаружено.

* — в составе присутствует 0.48 мас. % CaO.

не фиксировались содержания ZnO выше 0.5 мас. %. По классификации Павлова [1949], состав хромшпинелидов находится в поле алюмохромитов. Разновидность хромшпинелидов с высоким содержанием цинка (табл. 3, анализ № 4) попадает в поле субферрихромитов. Кроме того, в шлаках встречаются преобразованные зерна хроммагнетита (табл. 3, анализ № 6).

На поселении бронзового века Куйсак, расположенном в 4 км к западу от Воровской ямы, были обнаружены обломки посуды синташтинского облика, сходные с установленными на древнем руднике [Малютина, Зданович, 1995]. В составе культурного слоя были найдены обломки хромитсодержащих шлаков.

В 8 км к юго-востоку от рудника в долине р. Зингейка находятся 10 поселений, бронзового века; одно из них — укрепленное поселение Сарым-Саклы синташтинского времени, и 9 — неукрепленные поселения с материалами позднего бронзового века и конца бронзового века. Металлургические шлаки этих поселений по текстурно-структурным особенностям сходны со шлаками рудника Воровская яма. Так, в шлаках поздних неукрепленных поселений, например, Кацбах I, широко развиты цепочечные и ящичные кристаллы волластонита, как и в образцах с Воровской ямы. Тем не менее, присутствуют отличия минерального состава: повышенные содержания цинка в шлаке и включениях хромшпинелидов с рудника Воровская яма, а также разнообразный минеральный состав шлаков, среди которых можно выделить 3 типа: волластонит-геденбергитовый (обр. ВЯ 100-1), анортитовый (обр. ВЯ 100-2), хромитсодержащий геденбергитовый (обр. ВЯ 100-3).

Минеральный состав шлаков поселения Сарым-Саклы представлен фаялитом и магнетитом, во включениях хромшпинелидов не отмечен цинк. Шлаки поздних неукрепленных поселений содержат минеральные включения сульфидов, что не отмечено на руднике Воровская яма. Не исключено, что рудник эксплуатировался в течение большого времени на протяжении бронзового века. Вопрос использования сырья с рудника Воровская яма на поселениях долины р. Зингейка требует дальнейшего изучения.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 16-36-00299 мол_а, аналитические работы на сканирующем электронном микроскопе выполнены при поддержке проекта РФФИ № 17-31-01086 и РНФ № 16-18-10322.

Литература

Зайков В.В., Зданович Г.Б., Юминов А.М. Воровская яма – новый рудник бронзового века // Археологический источник и моделирование древних технологий: труды музея-заповедника Аркаим: Челябинск, 2000. С. 112–130.

Зайков В.В., Юминов А.М., Зданович Г.Б., Носкевич В.В. Древние медные рудники в гипербазитах Южного Урала (на примере археологического памятника Воровская Яма) // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 103–107.

Малютина Т.С., Зданович Г.Б. Куйсак – укрепленное поселение протогородской цивилизации Южного Зауралья. Материалы конференции. Ч. V, кн 1. Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 1995. С. 100–106.

Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды Геологического института РАН, 1949, Вып. 103. 91 с.

Силаев В.И., Шабалин В.Н., Голубева И.И., Хазов А.Ф., Белоусова Е.А. О цинксодержащих и цинкистых хромшпинелидах Тимано-Уральского региона // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО. 2008, 8(199). С. 6–16.

Р.К. Хайратдинов

МКУ «Пластовский районный музей»,
г. Пласт, mirpm@mail.ru

Чудские копи окрестностей города Пласт (Южный Урал)

Официальная золотодобыча в городе Пласт и его окрестностях ведет свое летоисчисление с 1845 г. Но по артефактам доказано, что цветная металлургия на данной территории имеет более древнюю историю. В 1765 г. издана карта, на которой указаны рудники по речкам: Кабанка, Санарка, Теплая, Каменка, Черная (современная территория Пластовского района). Она основана на результатах экспедиции по разведке медных месторождений, причем проходка разведочных шурфов велась на местах «чудских» (читайте – древних) копей. Данная экспедиция была «учинена Его сиятельством графом Александром Сергеем Строгановым, тульским купцом З.Л. Лугининым. Чертежи и описание рудников и «чудских» копей выполнял унтершихт-мастер Дмитрий Бортников 1765 г. января второго дня» [ЦГВИА, 1765].

Для примера предоставим текст только с одной из точек работ: «С того рудника (в росписи № 24, а по описи № 16) в отведенной земле крестьян по речке Черной, которая пала в речку Кабанку, по течению с правой стороны, а по течению одной речки Черной на правой стороне, меряно к прииску медному руды, который в росписи написан под № 12, а по описи одной № 17, SE.1.2 версты 300 сажен, в конце того расстояния перешли речку Кабанку, которая пала в речку Увелку с правой стороны». Далее под № 2 следует аналогичное описание рудника по р. Санарке на серебро (!), с привязкой опять же к «чудской» копи.

Плавильные печи зафиксировал в своем дневнике академик П.С. Паллас, посетивший Санарский рудник летом 1770 г. на речке Теплой (в 5 км от современного села Верхняя Санарка). На его вопрос, как было обнаружено это место, мастеровые ответили, «...на этом были плавильные печи, а рядом с ними и копи». Это еще одно документальное подтверждение, что цветная металлургия на современной пластовской земле значительно старше, чем признано официально» [Паллас, 1774].

Летом 1886 г. уральский писатель Д.Н. Мамин-Сибиряк посетил шахту и усадьбу крупнейшего золотопромышленника Г.Е. Подвинцева. В своих воспоминаниях об этом событии он отметил: «...в усадьбе, помимо коллекции минералов (что само по себе логично), обна-