

Григорьев С.А., Зданович Г.Б., Малютина Т.С. Теплотехнические сооружения и металлургические комплексы поселения Аркаим // Аркаим. Археология укрепленных поселений: монография: в 2 кн. Кн. 2: Фортификации и общественное пространство / Г. Б. Зданович, Т.С. Малютина, Д. Г. Зданович. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2022. С. 275–299.

Григорьев С.А., Петрова Л.Ю., Плешанов М.Л., Гуцина Е.В., Васина Ю.В. Поселение Мочище и андроновская проблема. Челябинск: Цицеро, 2018. 398 с.

Ермолаева А.С., Ержанова А.Е. Характеристика раскопанных объектов нижнего слоя поселения Талдысай. Жилищно-производственные комплексы // Артюхова О.А., Курманкулов Ж., Ермолаева А.С., Ержанова А.Е. Комплекс памятников в урочище Талдысай. Т. 1. Алматы: ИА КН МОН РК, 2013. С. 135–176.

Кадырбаев М.К. Шестилетние работы на Атасу // Бронзовый век степной полосы Урало-Иртышского междуречья. Челябинск: ЧелГУ, 1983. С. 134–142.

Курманкулов Ж., Ержанова А.Е. Поселения древних металлургов в исследованиях Центрально-Казахстанской археологической экспедиции // Артюхова О.А., Курманкулов Ж., Ермолаева А.С., Ержанова А.Е. Комплекс памятников в урочище Талдысай. Т. 1. Алматы: ИА КН МОН РК, 2013. С. 120–134.

Малютина Т.С. Поселение Атамановка V – многослойный памятник эпохи бронзы Южного Зауралья // УАВ. 2009. Вып. 9. С. 49–71.

Ситников С.М. К вопросу о горном деле и металлургическом производстве саргаринско-алексеевского населения Алтая // Алтай в системе металлургических провинций бронзового века. Барнаул: АГУ, 2006. С. 150–157.

Ткачев В.В., Богданов С.В. Назначение шахтных печей Западноазиатской Металлургической Провинции // Уральский исторический вестник. 2022. № 4 (77). С. 41–54.

И.А. Файзуллин¹, М.Н. Анкушев², И.А. Блинов², Д.А. Артемьев²
I.A. Faizullin, M.N. Ankushev, I.A. Blinov, D.A. Artemyev

*¹Оренбургский государственный педагогический университет, Оренбург,
ildar-1988@mail.ru*

²Институт минералогии ЮУ ФНЦ МуГ УрО РАН, г. Миасс

Металлургические шлаки и металлические изделия на Покровском поселении позднего бронзового века в Оренбургском Предуралье

Metallurgical slags and metal items at the Late Bronze Age settlement Pokrovskoe in the Orenburg Cis-Urals

Рассмотрены металлургические шлаки и металлические изделия однослойного поселения срубной культуры Покровское. Состав 16 образцов шлаков изучен методами РФА, оптической микроскопии, СЭМ-ЭДА и ЛА-ИСП-МС. Образцы имеют идентичный состав и относятся к стекловатому сульфидсодержащему минералогическому типу. В шлаках выявлен ряд минералогическо-геохимических маркеров, свидетельствующих об использовании халькозин-ковеллиновых руд медистых песчаников Каргалинского рудного поля. Сходство минералогии и химического состава шлаков Покровского поселения с ранее изученными образцами шлаков Южного Предуралья свидетельствует об устойчивой технологии выплавки металла на поселениях срубной культуры.

We considered metallurgical slags and metal items of the one-layer settlement of Pokrovskoe belonging to the Srubna culture. The composition of 16 slag samples was studied by XRF, optical

microscopy, SEM-EDS, and LA-ICP-MS. All samples have an identical composition and belong to the glassy sulfide-containing mineralogical type. A number of mineralogical and geochemical markers were found in the slags, indicating the use of chalcocite-covellite ores from Kargaly copper sandstones. The similarity of the mineralogy and chemical composition of the Pokrovskoe settlement slags with the previously studied samples of the Southern Cis-Urals testifies the stable technology of metal smelting in the settlements of the Srubnaya culture.

Появление и модернизация технологий горного дела и металлургии в бронзовом веке – актуальная проблема, которая может успешно решаться изучением первичных продуктов металлургии: фрагментов руд, металлургических шлаков, капель, сплесков и слитков металла. Предыдущие работы в этом направлении показали устойчивость древних сообществ горняков-металлургов степной Евразии в выборе рудных концентратов и технологии выплавки металла [Григорьев, 2013; Ankushev et al., 2021]. Данная работа посвящена артефактам металлургии Покровского поселения позднего бронзового века.

Поселение Покровское располагается в Новосергиевском районе Оренбургской области на берегу старого русла р. Самара [Порохова, 1989]. Раскопки производились летом 1984 г. отрядом археологической экспедиции ОГПУ под руководством О.И. Пороховой. На вскрытой площади 476 м² обнаружены две постройки. В контексте исследования древней металлургии на поселении интерес представляет постройка 1, которая являлась полуземлянкой. Котлован постройки имел вытянутую с севера на юг овальную форму размерами 18.5×7.5 м и был углублен в материк на 55–60 см [Файзуллин, 2022, с. 11–12]. На территории постройки зафиксированы 4 хозяйственные ямы. Ямы 3 (размеры 1.38×0.8 м и глубина в материке – 0.6 м) и 6 были заполнены фрагментами медных металлургических шлаков. Яма 5 являлась очагом (размеры 3×1.2 м глубина в материке – 0.15 м). Она располагалась в северной половине постройки, имела вытянутую овальную форму. Южная часть овального очажного углубления была покрыта тонким слоем золы с углями. На остальной части плоского дна ямы 5 вертикально поставленными фрагментами песчаника были выложены 4 ячейки различного диаметра, перекрытые сверху каменными плитками. На камнях сохранился нагар. Самым большим сооружением в постройке была яма 2 (размером 2.6×3 м глубиной 2.6 м от уровня материка), представляющая собой колодец. Он имел вертикальные стенки, от уровня пола до дна и был беспорядочно завален крупными камнями. В верхней части заполнения на уровне -157 от условного ноля прослежено золистое пятно, между камнями иногда попадались фрагменты шлака, керамика и кости животных. На дне ямы (колодца) обнаружены останки человека.

Посуда на поселении представлена, в основном, срубной и срубно-алакульской керамикой. Следует отметить, что на поселении встречены и чистые формы как раннеалакульской, так и раннесрубной керамики. На более позднем этапе отмечается доминирование срубной керамической традиции, что выражается в полном отсутствии чисто алакульских материалов. Даже те сосуды, которые морфологически отнесены к срубно-алакульским, по технологии тяготеют к срубным традициям изготовления посуды [Мухаметдинов, 2014, с. 196–200].

Металлический инвентарь представлен 9 изделиями (рис. 1). Сюда входят 2 ножа с прямым черенком и листовидным лезвием; 2 иглы с ушком; 3 четырехгранных шила; 1 круглое в сечении шило с втулкой; 1 долото; кусок круглой в сечении тонкой проволоки. Изделия достаточно стандартны для срубной культуры и имеют широкие аналогии на бытовых памятниках.

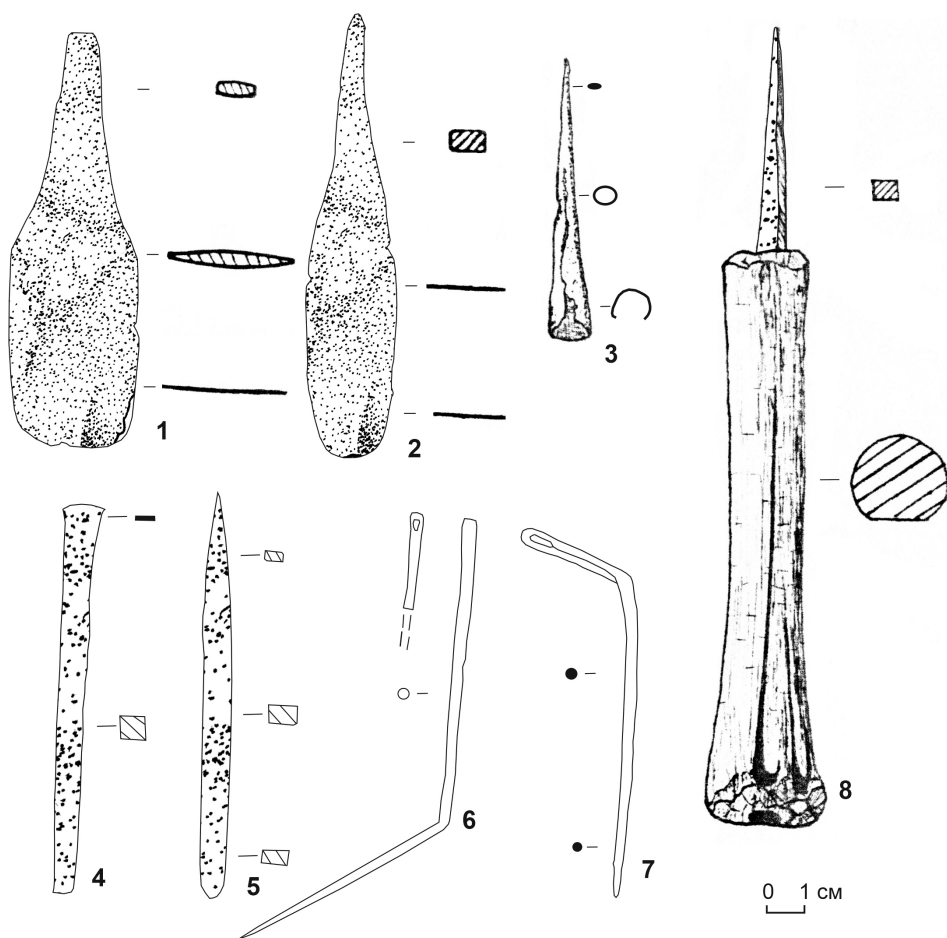


Рис. 1. Металлические изделия поселения Покровское. 1–2 – бронзовые листовидные ножи; 3 – круглое сечение шило; 4–5 – четырехгранное шило; 6–7 – иглы с ушком; 8 – четырехгранное шило в костяной рукояти.

Еще одной категорией материалов с поселения являются костяные изделия. Отметим, что на данном поселении не было выявлено изделий, которые могли применяться в металлообработке. В основном, это были орудия для кожевенного производства, встречались также орудия для гончарства и разнообразные рукояти [Усачук, Файзуллин, 2016, с. 137–144]. Одна из найденных рукоятей была найдена в сборе с четырехгранным бронзовым шилом (рис. 1, 8).

На поселении обнаружены 4 фрагмента каменных литейных форм. Два из них являются остатками форм для отливки ножей с листовидным лезвием. Два других фрагмента, видимо, представляли собой части одной литейной формы для отливки предмета, напоминающего тесло крупных размеров с широким лезвием и узкой, округлой в сечении пяткой.

В рамках данной работы было исследовано 16 образцов металлургического шлака. Морфологически шлаки схожи: это фрагменты размером 2–5 см, темно-серого, бурого и черного цветов, форма комковатая, пузыристая (рис. 2). На поверхности многих образцов находятся окисленные капли меди. На сколе шлаки стекловатые, среднепористые.

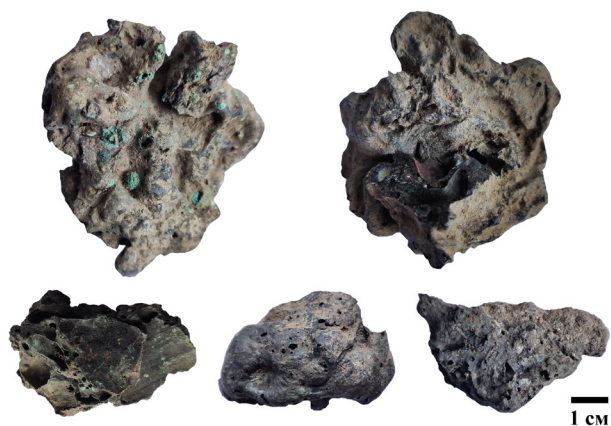


Рис. 2. Metallургические шлаки поселения Покровское.

Геохимические особенности изучены методом рентгенофлуоресцентного анализа (Olympus Vanta), анализ проводился по поверхности образца. Минералогия шлаков изучена в 3 полированных аншлифах методами оптической (Olympus BX-51) и электронной (Tescan VEGA 3 sbu) микроскопии. Элементы-примеси в каплях меди определялись методом лазерной абляции на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Agilent 7700x (стандарт NIST SRM-500 и SRM-610).

По данным РФА, все фрагменты шлаков геохимически сходны между собой. Содержания некоторых элементов-примесей составляют (мас. %, среднее (медиана) по 16 обр.): Fe 7.6 (7.5); Ba 3.3 (3.6); P 0.42 (0.43); S 0.4 (0.37); Cr 0.05 (0.05) Pb 0.03 (0.02). Содержания таких элементов-примесей как Ni, As, Ag, Sn, Sb, Zn незначительны.

Изученные образцы шлаков имеют также сходный минеральный состав и относятся к стекловатому сульфидсодержащему минералогическому типу. Основную массу шлака составляет стекло среднего, реже основного, умеренно щелочного состава. Практически во всех анализах стекла отмечаются примеси Ba и Cl (табл. 1). В единичном случае зафиксирован новообразованный кристалл бариевого алюмосиликата. Местами в шлаках наблюдается раскристаллизация стекла с образованием скелетных индивидов волластонита и пироксена ряда диоксид-геденбергит (рис. 3д, е; табл. 2). Стекло включает в себя большое количество реликтовых зерен кварца, фрагментов окремненной древесины (рис. 3в, г) и единичные зерна хромшпинелидов (рис. 3е; табл. 3). Изредка наблюдаются агрегаты сульфидов (халькозина и ковеллина), сохранившие реликтовую текстуру руд (рис. 3а).

Металл в шлаках представлен каплями меди, которые зачастую окружены типичной для таких шлаков новообразованной сульфидной «рубашкой» (табл. 4). Периферийные части каплей представлены купритом, в котором отмечаются субмикронные включения самородного серебра (рис. 3б). По данным ЛА-ИСП-МС анализа, состав меди в шлаках Покровского поселения является довольно чистым (табл. 5). К значимым примесям можно отнести только S (0.3–3.2 мас. %) и Fe, которое распространено в металле весьма неравномерно – от первых ppm до 5.8 мас. %. Причем высокие концентрации железа связаны с захватом при абляции медной фазы стекла шлаков, которое может в виде включений и срастаний ассоциировать с каплями. Суммарное количество остальных примесей находится в интервале 0.02–0.2 мас. %, что наряду с высокими концентрациями Ag и Pb характерно для халькозин-ковеллиновых конкреций из стратиформных руд медистых песчаников Предуралья.

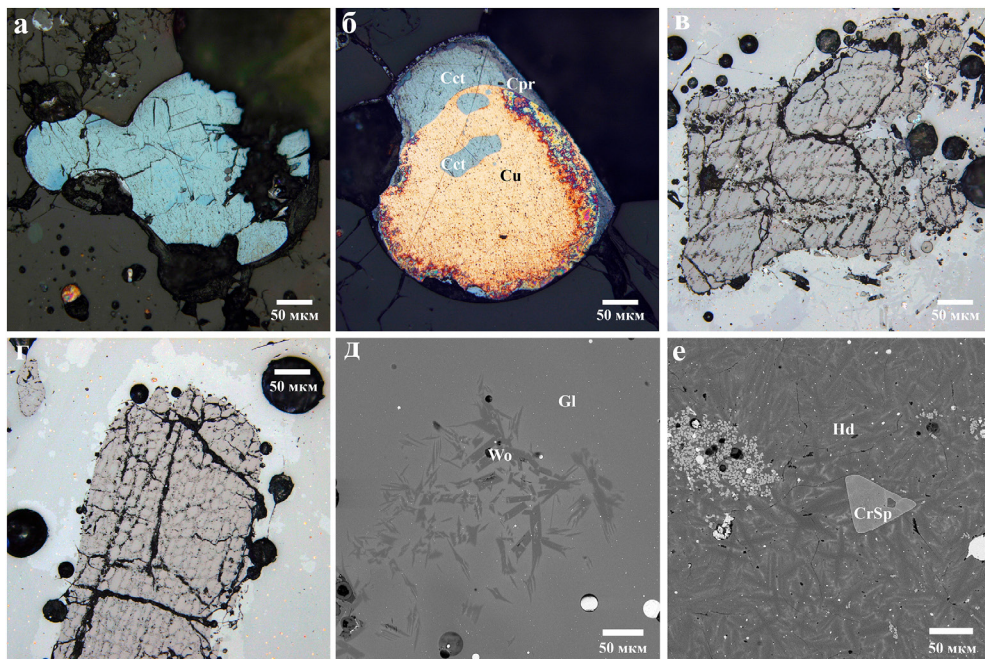


Рис. 3. Минералогия металлургических шлаков поселения Покровское. а – сульфидное включение в шлаке; б – капля меди (Cu) с халькозиновой «рубашкой» (Cct), частично замещенная купритом (Cpr), в–г – реликты окремненной древесины в шлаке, д – скелетные кристаллы волластонита (Wo) в стекле шлака (Gl), е – реликт хромшпинелида (CrSp) в массе новообразованного геденбергита (Hd). а–г – изображения в отраженном свете, д–е – изображения в отраженных электронах.

Шлаки Покровского поселения по минералогии, текстурно-структурным особенностям и химическому составу сходны с шлаками поселений срубной культуры Предуралья и являются продуктом металлургического передела руд медистых песчаников Каргалинского рудного поля. Основными устойчивыми маркерами этих шлаков являются: стекловатый или пироксеновый минералогический тип шлака; большое количество реликтовых зерен кварца, окремненной древесины, реликтовых и новообразованных сульфидных индивидов; высокое содержание Ba, Sr и Cl в стекле шлака. Еще одним маркером является относительно чистый состав реликтовых и новообразованных сульфидов [Artemyev, Ankushev, 2019]. Подобные шлаки раньше были отмечены в горизонтах срубной культуры на поселениях Горный 1, Родниковое, Токское, II Кузьминковское и некоторых других [Каргалы..., 2004; Ankushev et al., 2021]. Показательно то, что все образцы шлаков однослойного поселения Покровского идентичны, тогда как на многослойных поселениях встречаются шлаки других типов, предположительно, более раннего (абашевского) времени. Этот факт указывает на устойчивость металлургической технологии в рамках одного культурно-хронологического интервала.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 23-68-10006 «Этнокультурные процессы в бронзовом и раннем железном веке в свете междисциплинарных исследований в Южном Приуралье».

Состав стекла металлургических шлаков поселения Покровское

№ обр.	Анализ	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	P ₂ O ₅	Cl	TiO ₂	SO ₃	CuO	Сумма
Покр-1	23292c	55.6	9.6	6.1	4.5	2.5	2.1	2.1	17.5	0.4	0.3	-	-	-	100.8
	23292g	53.7	13.4	4.3	7.1	0.6	1.7	3.0	14.6	-	0.3	-	0.4	1.6	100.6
	23292h	53.1	11.0	11.9	9.2	1.2	1.4	3.7	7.6	0.9	0.2	-	-	-	100.2
	23292j	50.8	5.2	10.1	22.8	3.2	1.0	1.4	4.2	1.9	0.2	-	-	-	100.8
Покр-2	23293c	57.2	12.0	16.9	5.4	1.0	2.3	1.4	2.8	-	0.2	0.3	-	0.9	100.4
	23293f	57.5	9.4	3.5	4.7	1.4	1.4	1.8	18.1	-	0.7	-	-	1.6	100.2
Покр-3	23297c	59.5	14.0	8.9	8.7	2.4	2.4	2.2	-	0.3	-	1.1	0.2	1.1	100.7
	23297f	49.8	5.4	20.1	16.6	1.9	1.0	1.6	2.9	1.0	0.2	-	-	-	100.5
	23297g	50.6	5.3	20.0	17.6	2.6	0.5	1.7	1.6	0.8	0.2	-	-	-	100.9
	23297i	60.8	8.8	11.2	9.2	1.2	1.3	3.6	2.5	-	0.3	0.3	-	-	99.1
	23297k	51.7	5.9	18.1	15.3	2.0	1.2	1.7	2.9	0.7	0.2	0.4	-	-	100.1

Таблица 2

Состав пироксенов металлургических шлаков поселения Покровское

№ обр.	Анализ	SiO ₂	CaO	FeO	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	TiO ₂	CuO	MnO	Сумма	Минерал
Покр-1	23292i	51.7	46.4	1.3	1.2	0.2	-	-	-	-	100.8	Волластонит
Покр-2	23293g	47.6	22.5	20.5	6.0	2.3	0.3	0.3	0.6	-	100.1	Геденбергит
Покр-3	23297e	51.7	23.4	14.9	9.5	0.9	0.2	-	-	-	100.6	Диопсид
	23297j	50.2	28.6	16.7	4.0	0.3	-	-	-	0.3	100.0	Fe-волластонит

Таблица 3

Состав хромшпинелидов в металлургических шлаках поселения Покровское

№ обр.	Анализ	Cr ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	V ₂ O ₅	SiO ₂	CuO	Сумма
Покр-2	23293h	46.7	28.4	17.5	6.7	0.6	-	-	-	100.0
Покр-3	23297h	54.7	33.8	3.8	2.2	0.3	0.5	3.1	1.8	100.2

Таблица 4

**Состав металлических и сульфидных включений в металлургических шлаках поселения
Покровское**

№ обр.	Анализ	Cu	Fe	S	Сумма	Характеристика
Покр-1	23292a	99.9	-	-	99.9	Металл медно-сульфидной капли
	23292b	80.1	1.0	19.1	100.1	Включение халькозина в медно-сульфидной капле
	23292e	79.0	1.0	19.7	99.7	Включение халькозина в медно-сульфидной капле
	23292f	99.6	0.3	-	99.8	Металл медно-сульфидной капли
Покр-2	23293a	100.3	-	-	100.3	Медная капля
	23293b	80.9	0.6	18.9	100.3	Халькозиновая «рубашка» по периферии медной капли
	23293d	78.62	-	21.87	100.5	Сульфидная капля
Покр-3	23297a	100.6	-	-	100.6	Медная капля
	23297b	80.9	-	19.2	100.2	Халькозиновая «рубашка» по периферии медной капли

Таблица 5

**Состав металлических включений в металлургических шлаках поселения Покровское
по данным ЛА-ИСП-МС**

		Cu	S	Fe	Co	Ni	Zn	As	Se	Ag	Sn	Sb	Te	Pb	Bi
1	Покр1-1	91.7	2.4	58100	19	81	1320	228	9	144	12	21	2.9	429	4.1
2	Покр1-1	94.1	2.1	36800	8	53	232	163	0.9	189	5.7	9	<0.1	228	0.7
3	Покр1-1	97.3	0.6	20100	10	77	87	80	13	30	5.2	4	<0.1	1160	0.5
4	Покр1-1	99.1	0.8	683	9	43	16	63	41	331	4.0	6	0.9	37	1.7
5	Покр1-1	99.0	0.8	665	7	36	26	227	47	668	2.7	16	0.1	149	0.5
6	Покр1-1	99.0	0.9	820	7	44	20	22	44	171	0.5	1	<0.1	3	0.1
7	Покр1-1	99.2	0.6	697	7	39	13	63	40	338	0.9	4	<0.1	38	0.1
8	Покр1-1	99.2	0.7	590	9	42	18	33	58	298	0.7	3	0.1	38	0.1
9	Покр1-1	99.4	0.5	531	12	48	23	13	165	232	0.3	2	5.4	20	<0.1
10	Покр1-3	97.3	2.4	1920	12	68	860	368	7	389	11	34	0.3	12	7.4
11	Покр1-3	99.3	0.7	137	0.3	239	76	35	0.5	16	2.1	10	1.8	10	0.2
12	Покр1-3	99.7	0.3	18	6	201	18	31	2	12	7.0	8	1.6	35	3.5
13	Покр1-3	99.5	0.4	182	3	136	0.4	71	2	88	4.5	10	0.2	7	2.1
14	Покр1-3	99.4	0.6	4	1	309	<0.1	68	<0.1	82	3.6	14	<0.1	21	0.7
15	Покр1-3	96.7	3.2	910	1	178	6	22	1	15	2.8	5	<0.1	16	0.2
16	Покр1-3	98.9	1.0	9	0.1	91	0.6	265	3	621	1.0	10	<0.1	17	0.4
17	Покр1-3	99.1	0.8	2	0.1	81	0.4	215	2	500	0.9	7	0.1	17	0.3
18	Покр1-3	93.9	2.3	37400	4	62	3	248	274	498	1.0	16	<0.1	51	0.6
19	Покр1-3	98.9	2.0	1	0.1	224	6	73	3	93	2.2	11	5.4	14	0.1

Примечание: в составе меди также присутствует Au (0.04–0.7 ppm).

Литература

Каргалы. Т. III: Селище Горный: Технология горно-металлургического производства: Археобиологические исследования / Сост. и науч. ред. Е.Н. Черных. М.: Языки славянской культуры, 2004. 320 с.

Мухаметдинов В.И. Технично-технологический анализ керамики Покровского поселения эпохи бронзы // Археологические памятники Оренбуржья. Оренбург: ООО ИПК Университет, 2014. Вып. 11. С. 196–200.

Порохова О.И. Срубно-алакульское Покровское поселение в Западном Оренбуржье // Материалы по эпохе бронзы и раннего железа Южного Урала и Нижнего Поволжья. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1989. С. 60–71.

Усачук А.Н., Файзуллин И.А. Костяные изделия Токского и Покровского поселений эпохи поздней бронзы в Западном Оренбуржье // Археологические памятники Оренбуржья. Оренбург: ООО «ИПК Университет», 2016. Вып. 12. С. 127–148.

Файзуллин И.А. Поселения позднего бронзового века Оренбургского Предуралья // Автореф. дис. к.ист.н. Казань, 2022. 25 с.

Ankushev M.N., Artemyev D.A., Blinov I.A., Bogdanov S.V. Bronze Age metallurgical slags from the South Urals: Types, mineralogy and copper sources // *Periodico di Mineralogia*. 2021. Vol. 90. P. 173–193.

Artemyev D.A., Ankushev M.N. Trace elements of Cu-(Fe)-sulfide inclusions in Bronze Age copper slags from South Urals and Kazakhstan: ore sources and alloying additions // *Minerals*. 2019. No 9(12), P. 746.

Ф.Н. Петров^{1,2}, М.Н. Анкушев³, И.А. Блинов³

F.N. Petrov, M.N. Ankushev, I.A. Blinov

¹Челябинский государственный университет, г. Челябинск, petrov_fedor@mail.ru

²Челябинский государственный историко-археологический музей-заповедник

«Аркаим», г. Челябинск

³Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс

Медный нож, найденный в устье реки Утяганки в окрестностях поселения Аркаим (Южное Зауралье)

Copper knife found at the mouth of the Utyaganka River in the vicinity of the Arkaim settlement (Southern Trans-Urals)

Нож серповидной формы был найден в ходе разведочных исследований в окрестностях укрепленного поселения Аркаим. Он был изучен методом растровой электронной микроскопии; установлено, что он отлит из меди с включениями галенита – сульфида свинца. Сопоставление найденного ножа с данными о составе 119 ножей и серпов, происходящих из разных археологических памятников Южного Зауралья, позволило связать его с материалами срубной и алакульской культур. Медный нож может быть, предположительно, датирован периодом с XIX по XVI вв. до н.э.

A sickle-shaped knife was found during exploration in the vicinity of the fortified settlement of Arkaim. It was studied by scanning electron microscopy; it was established that it was cast from copper with inclusions of galena - lead sulfide. Comparison of the found knife with data on the composition of 119 knives and sickles originating from various archaeological sites of the Southern Trans-Urals made it possible to associate it with materials from the Srubnaya and Alakul cultures. The copper knife can be presumably dated to the period from the 19th to the 16th centuries BC.