

*Ф.Н. Петров¹, М.Н. Анкушев², И.А. Блинов², М.А. Рассомахин^{2,3},
Н.С. Батанина⁴, Н.В. Малая⁴*

¹*Челябинский государственный историко-культурный заповедник «Аркаим»,
г. Челябинск, steppe_exp@mail.ru*

²*Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс*

³*Ильменский государственный заповедник, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс*

⁴*Челябинский государственный университет, г. Челябинск*

Новые данные по металлургии эпохи бронзы: материалы поселения Левобережное (Синташта II)

Поселение Левобережное (Синташта II) находится в Брединском районе Челябинской области на левом берегу р. Синташта у пос. Комсомольский и изучается археологической экспедицией Челябинского государственного историко-культурного заповедника «Аркаим» при участии специалистов и студентов ЧелГУ. В течение 2015–2018 гг. на поселении исследовано 3 раскопа и 12 шурфов, общая вскрытая площадь составляет 333 м². Также за это время на двух участках поселения общей площадью 1592 м² выполнена микромагнитная съемка [Носкевич и др., 2018]. Раскопами изучены участки котлованов трех жилищ, вытянутых в один ряд параллельно направлению русла реки и фрагмент внешнего рва, ограждавшего центральную часть поселения на раннем этапе его функционирования.

Результаты исследований позволяют отнести время создания укрепленного поселения Левобережное (Синташта II) к концу III – началу II тыс. до н.э. Во второй половине II тыс. до н.э. поверх ранних жилых конструкций, содержащих материалы синташтинской и петровской археологической культур, было сооружено неукрепленное поселение не менее чем из 6 жилищ, датирующихся обнаруженными на уровне дна жилищных котлованов развалами сосудов черкаскульской и межовской археологических культур.

В ходе исследований 2015–2018 гг. на поселении было обнаружено 19 металлических предметов суммарным весом 70.2 г: бронзовый стержень, медный крючок, три медных слитка весом до 14.4 г, медная пластина и 13 сплесков и капель – технологических остатков металлургического и металлообрабатывающего производства. По данным РФА анализа, проведенного в Институте минералогии УрО РАН и Институте археологии РАН, одно из металлических изделий – стержень – было изготовлено из оловянистой бронзы; большинство предметов состоят из меди и мышьяковистой бронзы с содержанием мышьяка до 0.9 %. Результаты изучения металлических предметов, обнаруженных в ходе полевых исследований 2015–2018 гг. уже были опубликованы авторами [Петров и др., 2018]. К находкам 2018 г. относится медный сплеск весом 0.7 г, обнаруженный на поверхности нарушенного культурного слоя в южной части поселения. Его анализ был проведен на стационарном РФА спектрометре M1 MISTRAL (аналитик М.А. Рассомахин). Анализ производился без вакуумирования, предел обнаружения – 50 г/т. Напряжение рентгеновской трубки – 50 кВ, энергетическое разрешение – 135 эВ. Измерение проводилось по площади диаметром 20 мкм, изделие для анализа предварительно локально очищалось от патины. По результатам анализа установлено, что, относящийся к отходам металлургического производства сплеск состоит практически из чистой меди (табл. 1).

Значительно более необычной находкой стала медно-железная капля весом 3.6 г, обнаруженная в 2018 г. на уровне пола котлована жилища 10, сооруженного в эпоху финальной бронзы поверх ранней синташтинско-петровской жилой конструкции. Заполнение котлована в северной части жилища, в районе сделанной находки, состоит только из культурных остатков периода финальной бронзы; на полу котлована в непосредственной близости от

обнаруженного предмета фиксируются развалы трех керамических сосудов конца II тыс. до н.э. Изучение стратиграфии и планиграфии заполнения котлована свидетельствует об отсутствии здесь каких-либо поздних вкопов; это позволяет достаточно уверенно связывать обнаруженную медно-железную каплю с функционированием жилища эпохи финальной бронзы.

Изучение аншлифа металлической капли позволило установить, что она состоит из двух металлов: серая зона в центральной части и желтая зона – по периферии (рис. 1). РФА анализ состава зон приведен в таблице 2.

Фиксирующееся в образце повышенное содержание никеля могло бы рассматриваться как признак метеоритного происхождения железа [Jambon, 2017], однако засвидетельствованное формирование медно-железного сплава говорит о том, данный образец является результатом металлургического процесса. На территории Урала, Поволжья и Западной Сибири на нескольких археологических памятниках позднего бронзового века и эпохи финальной бронзы уже были зафиксированы находки медных шлаков с включениями железа, возникновение которых связывают с выплавлением сульфидных медных руд [Григорьев, 2013]. Однако нельзя исключать то, что обнаруженный на поселении Левобережное медно-железный образец может быть связан и с начальными опытами металлургии железа в регионе.

Новые особенности металлургического процесса на поселении были получены и при изучении образцов металлургического шлака. Всего за 2015–2018 гг. в культурном слое поселения и на поврежденных участках его поверхности были обнаружены 65 фрагментов шлака общим весом 941.7 г. При этом, по меньшей мере, 61 из обнаруженных фрагментов происходят от расколотых шлаковых лепешек, типичных для металлургии синташтинской и петровской археологических культур; 17 фрагментов шлаковых лепешек было обнаружено в скоплении в верхних слоях ямы, расположенной к западу от котлована жилища 10 и датированной по стратиграфии и находкам керамики ранним синташтинско-петровским этапом существования поселения. Из этих фрагментов удалось частично реконструировать две шлаковые лепешки с закраинами – одна из них была склеена приблизительно на 1/3 от ее первоначального размера так, что получился почти правильный сегмент круга размером 10.2 × 5.6 см, а вторую удалось собрать практически на 2/3 первоначального размера, она имеет сложную форму, вписывается в прямоугольник размером 14.8 × 13.9 см; расчет объема отпечатавшегося в ней слитка металла позволяет предполагать, что результатом металлургической плавки, в ходе которой сформировался данный шлак, стало получение приблизительно 350 г меди [Петров и др., 2018]. Изученные ранее фрагменты металлургических шлаков с поселения относились к оливиновому хромитсодержащему типу. Основным минералом таких шлаков является оливин, образующий призматические, зачастую зональные

Таблица 1

Состав медного сплеска с поселения Левобережное

Шифр	Наименование	Содержание, мас. %						Сумма
		Cu	Fe	Ni	As	Sb	Pb	
2136	Медный сплеск	99.95	0.02	–	–	–	0.03	100.00

Примечание. Анализ проведен на стационарном РФА спектрометре M1 MISTRAL (аналитик Рассомахин М.А.).

Таблица 2

Состав медно-железной капли с поселения Левобережное

№ п/п	Зона	Содержание, мас. %						Сумма
		Cu	Fe	Ni	As	Ag	Sb	
1	Желтая зона	69.74	29.02	0.76	0.39	0.05	0.04	100.00
2	Серая зона	13.21	85.61	0.91	0.27	–	–	100.00

Примечание. Анализ проведен на стационарном РФА спектрометре M1 MISTRAL (аналитик Рассомахин М.А.).

Рис. 1. Фрагмент медно-железной капли с поселения Левобережное. 1 – желтая зона в табл. 2, 2 – серая зона в табл. 2. Фото в отраженном свете.

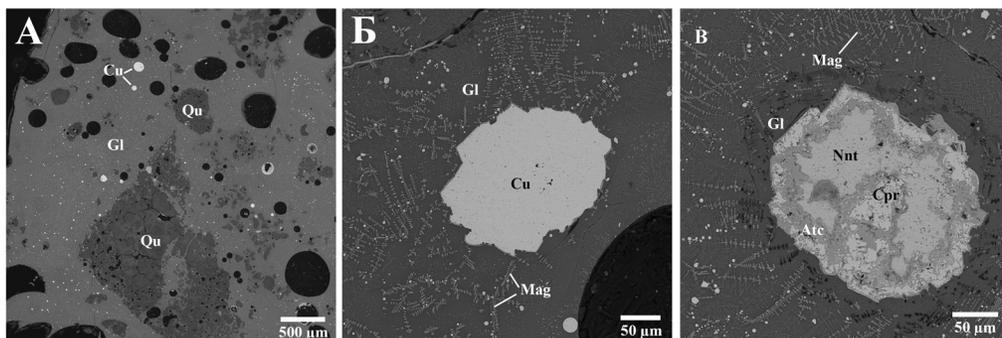
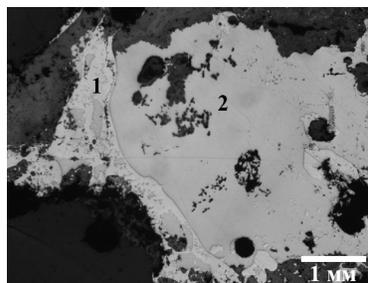


Рис. 2. Минералогия стекловатого шлака с поселения Левобережное. А – реликты кварца в матрице стекла, Б – медная капля с включениями сульфидов в матрице стекла, В – продукты гипергенного преобразования капли меди в шлаке. Обозначения минералов: Qu – кварц, Mag – магнетит, Cpr – куприт, Atc – атакмит, Nnt – нантокит, Gl – стекло, Cu – металлическая медь. Фото в отраженных электронах.

кристаллы, реликтовые минеральные включения представлены хромшпинелидами, в расплавных включениях фиксируются As и Ni [Анкушев и др., 2018]. Эти признаки характерны для шлаков, оставшихся после металлургической плавки медных руд, приуроченных к ультраосновным массивам [Зайков и др., 2013].

На новом этапе работы изучались аншлифы как шлаковых лепешек, так и образца «бесформенного» шлака, рассыпающийся фрагмент которого был обнаружен в 2018 г. на уровне материкового грунта на межжилищном пространстве у северо-западного края котлована жилища 10. Как было установлено, фрагменты обоих реконструированных шлаковых лепешек представляют собой оливиновые хромитсодержащие шлаки, по форме и химическому составу аналогичные шлакам других укрепленных поселений синташтинско-петровского периода.

Бесформенный шлак, обнаруженный в 2018 г., характеризуется иным составом и минералогией: он относится к типу стекловатых бессульфидных шлаков. Состав минералов изучался на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU (аналитик И.А. Блинов). В шлаке присутствует большое количество реликтовых зерен кварца, находящихся в общей матрице стекла (рис. 2). Стекло основного состава, низкощелочное, в составе полностью отсутствует Na_2O , при этом фиксируется высокое содержание меди (табл. 3). Помимо кварца в стекле присутствуют в большом количестве новообразованные скелетные кристаллы магнетита. Расплавные включения представлены каплями меди (табл. 4), иногда с субмикронными включениями сульфидов, которые фиксируются только на качественных спектрах. Медные капли часто замещены продуктами гипергенеза – купритом, атакмитом, нантокитом. Этот фрагмент шлака, по всей видимости, является продуктом металлургического передела окисленных, возможно, сульфидных медных руд, приуроченных к кварцевым жилам. На поселении ранее был обнаружен фрагмент медной руды, по своей ассоциации характерный для гранитных или щелочных массивов [Анкушев и др., 2018]. Наряду

**Состав расплавных включений и гипергенных минералов
в шлаках поселения Левобережное, мас. %**

Расплавное включение						
№ п/п	Анализ	Cu	Fe	Сумма	Минерал	
1	19333a	99.38	0.16	99.54	Металлическая медь	
Гипергенные минералы						
№ п/п	Анализ	CuO	Cu ₂ O	Cl	Сумма	Минерал
2	19333e	63.21	–	36.04	99.24	Нантокит
3	19333f	72.27		16.72	88.99	Атакамит
4	19333g	–	100.73		100.73	Куприт

Примечание. Анализы выполнены в ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU, аналитик И.А. Блинов. Прочерк – не обнаружено.

Таблица 3

Состав стекла стекловатого металлургического шлака с поселения Левобережное, мас. %

№ п/п	Анализ	SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	TiO ₂	CuO	P ₂ O ₅	Сумма
1	19333b	54.33	20.75	10.52	4.66	1.21	1.02	0.53	6.00	–	99.02
2	19333d	53.31	17.74	10.36	6.59	1.68	0.45	0.67	8.76	0.36	99.92
3	19333h	53.64	23.87	12.92	1.16	0.47	1.26	0.95	6.27	–	100.54
4	19333i	51.70	24.31	9.75	5.24	1.41	0.77	0.63	5.49	–	99.31
5	19333j	49.18	21.68	9.28	3.37	1.05	1.00	0.58	13.68	–	99.81

Примечание. Анализы выполнены в ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU, аналитик И.А. Блинов. Прочерк – не обнаружено.

с обнаруженными в 2018 г. на полу жилища 10 фрагментами керамического тигля, аналогичного тиглям межовской культуры с поселения Архангельский прииск II [Петрова, 2017], данный шлак может быть отнесен к металлургической технологии эпохи финальной бронзы.

Работа поддержана грантом РФФИ № 18-00-00036 К (18-00-00030).

Литература

Анкушев М.Н., Петров Ф.Н., Блинов И.А. Металлургические шлаки и медные руды поселения бронзового века Левобережное (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 155–161.

Григорьев С.А. Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 2013. 660 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. 2013. № 1. С. 174–195.

Носкевич В.В., Узрюмов И.А., Петров Ф.Н., Батанина Н.С. Микромагнитная съемка укрепленного поселения бронзового века на Южном Урале Левобережное (Синташта II) // Уральский геофизический вестник. № 1 (31). 2018. С. 30–33.

Петров Ф.Н., Анкушев М.Н., Медведева П.С. Материальные свидетельства технологических процессов в культурном слое поселения Левобережное (Синташта II): опыт функционального подхода // Magistra Vitae: электронный журнал по историческим наукам и археологии. № 1. 2018. С. 112–147.

Петрова Л.Ю. Металлургический комплекс поселения поздней бронзы Архангельский Прииск II (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 161–165.

Jambon A. Bronze Age iron: Meteoritic or not? A chemical strategy // Journal of Archaeological Science. 2017. Vol. 88. P. 47–53.