

Корочкова О.Н. Средний Урал в начале бронзового века: коптяковская культура // РА. 2018. № 4. С. 17–35.

Корочкова О.Н., Спиридонов И. А. Степные знаки в металле святилища Шайтанское Озеро II // Уральский исторический вестник. 2016. № 4 (3). С. 68–76.

Корочкова О.Н., Стефанов В.И., Спиридонов И.А. Среднее Зауралье в контексте Западноазиатской металлургической провинции: феномен коптяковской культуры // Stratum plus. 2019. № 2. С. 61–107.

Кузьминых С. В., Луньков В. Ю., Орловская Л. Б. О металле культового памятника эпохи бронзы на Шайтанском озере (Средний Урал) // КСИА. 2015. № 241. С. 89–94.

Савинов Д. Г. О двух путях распространения бронзовых изделий сейминского типа на восток // Теория и практика археологических исследований. Барнаул: АлтГУ 2013. С. 5–16.

Сериков Ю. Б., Корочкова О. Н., Кузьминых С. В., Стефанов В. И. Шайтанское Озеро II: новые сюжеты в изучении бронзового века Урала // Археология, этнография и антропология Евразии. 2009. № 2 (38). С. 67–78.

Черных Е.Н. Каргалы – забытый мир. Оренбург: «Оренбургская книга», 2018. 248 с.

**М.Н. Анкушев<sup>1</sup>, И.А. Файзуллин<sup>2</sup>, И.А. Блинов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс  
ankushev\_maksim@mail.ru

<sup>2</sup>Оренбургский государственный педагогический университет

## **Металлургические шлаки поселения позднего бронзового века Родниковое**

Поселение бронзового века Родниковое открыто в 1981 г. разведочным отрядом Оренбургского государственного педагогического института (университета). Поселение расположено у с. Чесноковка Переволоцкого района Оренбургской области, на пониженном участке первой надпойменной террасы правого берега р. Урал. Полная публикация материалов поселения была осуществлена в 2012 г. [Купцова, Файзуллин, 2012а], кроме того, в разное время выходили работы, которые либо давали краткую информацию о памятнике [Файзуллин, 2012; 2015], либо анализировали разные аспекты жизнедеятельности населения рассматриваемого поселения [Купцова, Файзуллин, 2012б; Файзуллин, Усачук, 2018].

В культурном слое поселения были обнаружены материалы от ранней до финальной бронзы. Наиболее представительно при этом выглядят материалы позднего бронзового века, которые проявлялись на всех стратиграфических и планиграфических уровнях. Керамическая коллекция позднего бронзового века представлена, в основном, сосудами срубной и срубно-алакульской групп. При этом на поселении также найдены в небольших количествах сосуды абашевской, черкаскульской культур и керамика финала бронзового века. Металлические изделия на поселении представлены достаточно широко: двулезвийные и однолезвийные ножи, шилья, стержни и скобы [Купцова, Файзуллин, 2012б].

Помимо металлических изделий на поселении в большом количестве найдены металлургические шлаки. Фрагменты шлаков имеют комковатую форму и размер от 2–3 см до 10–15 см. Цвет черный, темно-бурый, темно-серый, поверхность матовая стекловидная, пористость средняя, пустоты составляют 15–20 % образца. Среди шлаков поселения Родниковое выделены два основных минералогических типа: стекловатые сульфидсодержащие и пироксеновые. Сульфидсодержащие шлаки изучались оптическим методом на микроскопе Olympus BX 51, пироксеновые – оптическим методом и на электронном микроскопе Tescan VEGA 3 sbu.

Стекловатые сульфидсодержащие шлаки весьма широко распространены в культурном слое срубных поселений, расположенных на территории Приуральского горно-металлургического центра, таких как Ивановское, Ордынский овраг и др. [Ankushev et al., 2019], в Зауральском ГМЦ шлаки такого состава известны по алакульскому поселению Кацбах 6 [Анкушев и др., 2016] и древнему руднику Воровская яма, относящемуся к алакульской культуре [Анкушев и др., 2018].

Стекловатые шлаки поселения Родниковое схожи с аналогами с других поселений срубной культуры. Структура шлаков порфировая, текстура пятнистая. Основным компонентом шлаков является стекло, содержание которого достигает 80 %. В стекле находится большое количество зерен кварца (до 20–40 %) размером до 0.2 мм, часто трещиноватых. По трещинам в них развиты вторичные медные минералы, например, хризоколла. Расплавные включения в шлаках этого типа представлены каплями металлической меди и сульфидов величиной до 0.1 мм. Иногда встречаются также сульфидные обломки. Медь образует внутреннюю часть корольков, окруженную сульфидной оболочкой. Сульфиды представлены халькозином и ковеллином, которые образуют микрозернистые сростания между собой (рис. 1 А, Б). Иногда в шлаках встречаются реликты окремненной древесины, сохранившие специфичные органические текстуры (рис. 1В, Г).

Шлаки пироксенового типа обнаружены в Приуральском ГМЦ на срубном поселении Горный 1 [Кузьминых, 2004], в Зауралье на алакульском поселении Кацбах 1 и руднике Воровская яма. Основную массу шлаков этого типа составляют пироксены: волластонит, авгит, пижонит, образующие кристаллы во вмещающей матрице стекла. Также в шлаках присутствует небольшое количество магнетита и расплавные включения меди и сульфидов.

Основным минералом металлургических шлаков поселения Родниковое является авгит, количество которого в образце может достигать 70 %. Авгит образует перистые и цепочечные кристаллы размером до 0.2 мм (рис. 2А). Состав минерала, приведенный в таблице 1, характеризуется общей формулой  $(\text{Fe}_{1.03-1.17}\text{Ca}_{0.73-0.81}\text{Mg}_{0.15-0.17}\text{Na}_{0-0.03}\text{Ba}_{0-0.02}\text{Ti}_{0-0.01}\text{V}_{0-0.01})_{2.01-2.04}(\text{Si}_{1.9}\text{Al}_{0.1-0.12})_{2.01-2.02}\text{O}_6$ . Матрицей является ультраосновное железистое стекло, которое содержит в себе высокие концентрации  $\text{BaO}$  (8–16 мас. %), а также примеси  $\text{Sr}$  и  $\text{Cl}$  (табл. 2). В стекле раскристаллизованы ламели новообразованного магнетита (см. рис. 2А). Расплавные включения в шлаках поселения Родниковое представлены мелкими (5–10 мкм) каплями меди с примесью  $\text{Fe}$  и  $\text{Pb}$  (табл. 3), а также крупными, частично окисленными многофазными корольками сульфидов (рис. 2Б). Их величина достигает 0.25 мм, центральная часть и периферия представлена сульфидами с примесью  $\text{Ag}$ . В центральной окисленной части корольков фиксируется высокомедистое стекло и брошантит.

Несмотря на значимые отличия в минеральном составе, обусловленные различной технологией металлургического процесса (интенсивность остывания шлака) и, возможно, флюсовыми добавками, рудным сырьем для двух типов шлаков поселения Родниковое являлись богатые сульфидные руды медистых песчаников. Об этом свидетельствует большое количество новообразованных сульфидных (халькозин-ковеллиновых) агрегатов в шлаках, присутствие в стекле шлаков примесей  $\text{Ba}$  и  $\text{Sr}$ , а в расплавных включениях меди –  $\text{Pb}$ . Эти элементы-примеси являются маркирующими для руд из медистых песчаников. Ярким признаком также является присутствие в пироксеновых шлаках реликтов окремненной органики. Поселение Родниковое является многослойным памятником, однако стекловатые сульфидсодержащие шлаки этого объекта по своему минеральному составу аналогичны шлакам однослойных срубных поселений Приуралья, и, вероятно, относятся к этому же культурно-историческому этапу. Пироксеновые шлаки встречаются реже, они могут относиться к различным культурно-историческим этапам, однако они по своему составу сходны с пироксеновыми шлаками поселения Горный 1 [Кузьминых, 2004].

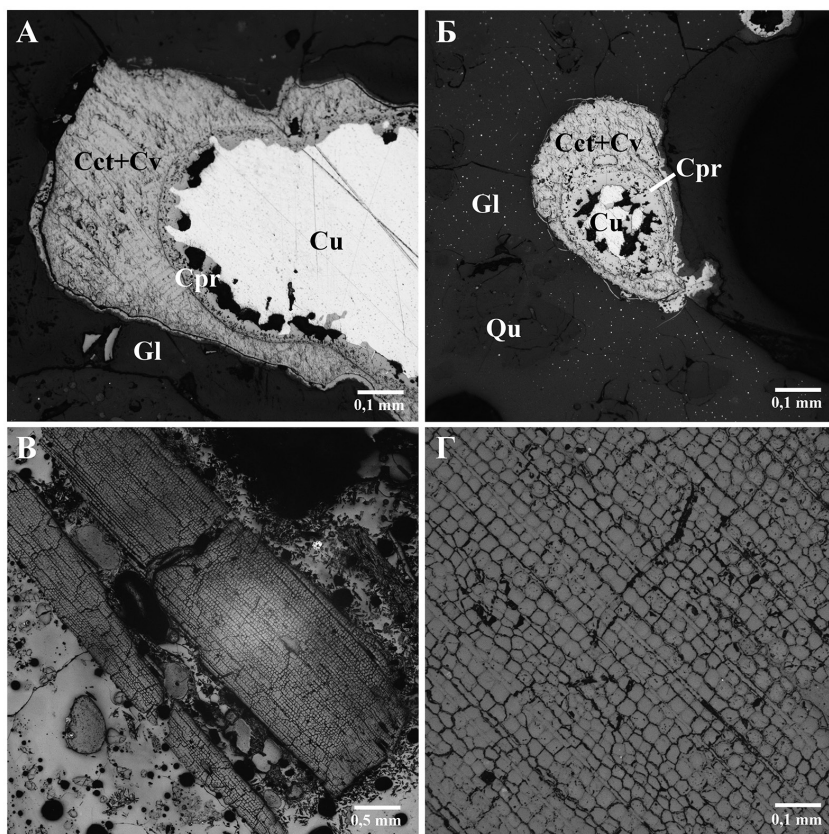


Рис. 1. Включения и реликты в стекловатых сульфидсодержащих шлаках поселения Родниковое. А, Б – частично замещенные купритом (Спр) расплавные включения меди (Cu) в стекле шлака (Gl). По периферии включения развиты новообразованные халькозин-ковеллиновые сростания (Cct + Cv); В – реликты окремненной древесины в шлаке; Г – то же крупнее. Фото в отраженном свете.

Таблица 1

Состав авгита пироксеновых шлаков поселения Родниковое

№ п/п	№ ан.	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	BaO	Сумма
1	19199b	45.68	16.39	2.10	32.29	2.68	–	0.34	–	–	99.49
2	19199g	45.88	17.05	2.48	31.27	2.50	0.21	0.34	–	1.05	100.79
3	19199o	46.02	18.43	2.54	29.79	2.65	–	–	0.27	0.21	99.91
Кристаллохимическая формула											
1	$(\text{Fe}_{1.12}\text{Ca}_{0.73}\text{Mg}_{0.17}\text{Na}_{0.03}\text{V}_{2.05})(\text{Si}_{1.9}\text{Al}_{0.1})_{2.01}\text{O}_6$										
2	$(\text{Fe}_{1.08}\text{Ca}_{0.75}\text{Mg}_{0.15}\text{Na}_{0.03}\text{Ba}_{0.02}\text{V}_{0.01}\text{Ti}_{2.04})(\text{Si}_{1.9}\text{Al}_{0.12})_{2.02}\text{O}_6$										
3	$(\text{Fe}_{1.03}\text{Ca}_{0.81}\text{Mg}_{0.16}\text{Ti}_{0.01})_{2.01}(\text{Si}_{1.9}\text{Al}_{0.12})_{2.02}\text{O}_6$										

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

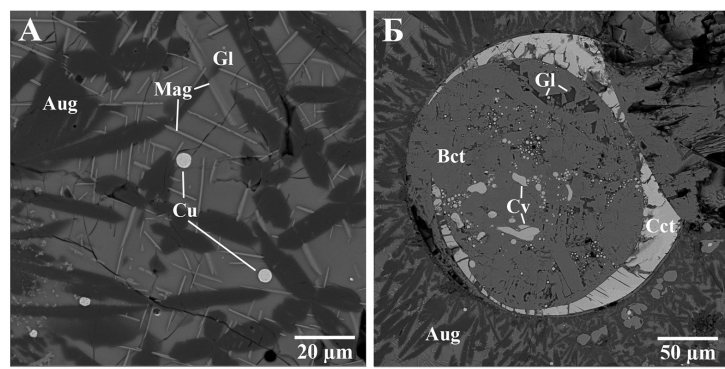


Рис. 2. Минералогия пироксеновых шлаков поселения Родниковое. А – кристаллы авгита (Aug), ламели магнетита (Mag) и включения меди (Cu) в стекле шлака (Gl); Б – многофазное халькозин–ковелиновое включение (Cst, Cv). Внутренняя часть замещена брошантитом (Bct) и содержит медистое стекло (Gl). Фото в отраженных электронах

Таблица 2

Состав стекла пироксеновых шлаков с поселения Родниковое

№ п/п	№ обр.	Анализ	SiO <sub>2</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl	BaO	SrO	Сумма
1		19199с	39.46	35.08	3.59	8.63	0.81	1.20	1.83	0.53	–	8.09	–	99.25
2		19199d	39.11	33.99	3.30	6.21	0.69	1.21	2.28	0.38	–	12.46	0.59	100.22
3	П-87-1ш	19199f	40.43	28.47	5.29	2.84	0.21	1.44	3.43	0.68	0.16	15.69	0.77	99.42
4		19199n	39.75	30.96	4.05	4.66	0.25	1.35	2.69	0.54	–	14.36	0.86	99.47
		Среднее	39.69	32.13	4.06	5.59	0.49	1.30	2.56	0.53	0.04	12.65	0.56	99.59

Примечание. Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU. Аналитик Блинов И.А. Прочерк – не обнаружено.

Таблица 3

Состав расплавных включений в пироксеновых шлаках поселения Родниковое, мас. %

№ п/п	№ образца	Анализ	Cu	Fe	Pb	Ag	S	Сумма	Характеристика
1	П87-1ш-1	19199a	97.02	3.20	–	–	–	100.22	Включение в стекле шлака
2		19199i	70.27	0.59	–	0.30	28.09	99.24	Сульфидная капля, ядро
3		19199j	78.65	0.48	–	0.60	20.85	100.58	Сульфидная капля, периферия
4		19199m	95.28	2.97	1.80	–	–	100.06	Включение в стекле шлака

Примечание. Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU. Аналитик Блинов И.А. Прочерк – не обнаружено.

Исследование минералогии шлаков проведено в рамках проекта РФФИ № 18-01-00036 (К) (18-00-00030 КОМФИ). Археологические работы поддержаны проектом РФФИ № 18-09-40031.

## Литература

Анкушев М.Н., Алаева И.П., Медведева П.С., Чечушков И.В., Шарпов Д.В. Минеральные микро-включения в металлургических шлаках поселений бронзового века в долине р. Зингейка (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН, 2016. С. 116–120.

*Анкушев М.Н., Юминов А.М., Зайков В.В., Носкевич В.В.* Медные рудники бронзового века в Южном Зауралье // Известия Иркутского государственного университета. Серия Геоархеология. Этнология. Антропология. 2018. Т. 23. С. 87–110.

*Кузьминых С.В.* Металлургия меди: изучение технологии. В книге Каргалы, том III: Селище Горный: Технология горно-металлургического производства: Археобиологические исследования / Сост. и науч. ред. Е.Н. Черных. М. Языки славянской культуры, 2004. 320 с.

*Купцова Л.В., Файзуллин И.А.* Родниковое поселение – поликультурный памятник эпохи бронзы с территории Оренбуржья // Проблемы дослідження пам'яток археології Східної України. Луганськ: Видавнично-поліграфічний центр ТОВ «Елтон-2», 2012а. С. 246–252.

*Купцова Л.В., Файзуллин И.А.* Родниковое поселение позднего бронзового века в Западном Оренбуржье // Археологические памятники Оренбуржья Вып.10. Оренбург: ОГПУ, 2012б. С. 70–100.

*Файзуллин И.А.* Погребения на поселениях эпохи бронзы на территории Западного Оренбуржья // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 14. № 3. Самара, 2012. С. 226–230.

*Файзуллин И.А.* Датирование детского погребения с Родникового поселения по результатам естественнонаучных данных // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Мат. VI Всерос. науч. конф. Челябинск: Челябинский государственный краеведческий музей, 2015. С. 177–180.

*Файзуллин И.А., Усачук А.Н.* Коллекция изделий из кости Родникового поселения позднего бронзового века в степном Оренбуржье // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2018. № 3. С. 172–186.

*Ankushev M., Artemyev D. Blinov I., Bogdanov S.* Bronze Age metallurgical slags from the South Urals: types, mineralogy and copper sources // Journal of Archaeological Science: Reports (в печати).

**С.А. Григорьев**

*Институт истории и археологии УрО РАН, г. Челябинск,  
stgrig@mail.ru*

## **Типы руды и сплавов в Европе и Евразии (сравнительный анализ в социально-экономическом контексте)**

Ранее нами рассмотрена проблема относительно строгого соответствия типов используемой руды типам лигатур в древнем металлургическом производстве (Григорьев, 2017, 2018; подробнее Grigoriev, 2017, 2018). И в основе этого процесса в обоих регионах были социальные изменения, и связанный с этим рост потребления металла. Ограниченные возможности получения больших объемов меди при плавке чистого малахита без формирования шлака стимулировал переход к плавке руды с рудовмещающей породой и отделением шлака от меди, и затем к медно-железным сульфидам. Соответственно, первый переход привел к появлению медных и медно-сурьмяных сплавов, а второй, напротив, лишил возможности получения этих сплавов, так как окислительные и высокотемпературные процессы вели к испарению легирующих компонентов. В результате, произошел переход на оловянные лигатуры, добавлявшиеся непосредственно в металл. И, поскольку олово является относительно редким металлом, для обеспечения функционирования наращивавших мощь металлургических центров появилась необходимость создания широкой сети обмена и торговли. И теперь уже эта сеть начинает оказывать обратное воздействие на социально-экономические процессы.

При общей универсальности вышеназванных принципов, они несколько по-разному проявляются в Европе и в Евразии, так как на реальную ситуацию, помимо этих универсальных закономерностей, обусловленных физико-химическими законами и трендами технологического развития, оказывали влияние также геологические условия и культурные контакты.