

Литература

- Кожевников Н.О., Харинский А.В.* Магнитное поле в пади Барун-Хал и его связь с объектами древней металлургической деятельности // Известия Лаборатории древних технологий. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005. Вып. 3. С. 38–48.
- Снопков С.В., Зуев А.А., Репина И.А.* Следы древней металлургии железа в Тункинской долине (республика Бурятия). // Социогенез в Северной Азии. Сборник научных трудов. Иркутск, 2005. С. 215–221.
- Снопков С.В., Матасова Г.Г., Казанский А.Ю., Харинский А.В., Кожевников Н.О.* Источники руды для производства железа в древности: Курминский археологический участок // Известия Лаборатории древних технологий. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. Вып. 9. С. 10–30.
- Снопков С.В., Харинский А.В.* Металлургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Материалы III Международной научной конференции. Улан-Батор: Изд-во Монг. гос. ун-та, 2012. Вып. 3. С. 241–246.
- Харинский А.В., Снопков С.В.* Производство железа населением Приольхонья в елгинское время. // Известия Лаборатории древних технологий. Иркутск, 2004. Вып. 2. С. 167–187.

Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М.

*Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск,
info@dmmti.edu.ua*

Минеральные и расплавные включения в шлаках и металле Картамышского комплекса Донбасса

В последнее время при изучении древнего металлопроизводства широко изучается вещественный состав древних металлургических шлаков и штейнов [Григорьев, 2003; Зайков и др., 2008; Ровира, 2005].

При исследовании продуктов древнего металлургического производства и результатов экспериментальных плавок важное место занимает изучение фазового состава включений для реконструкции металлургического производства и увязки материала к сырьевой базе. В пределах Картамышского археологического микрорайона Бахмутской котловины Донбасса нами микроскопически изучены продукты древнего и современного экспериментального медеплавильного производства и их химический состав. Полученная высокая сходимость результатов свидетельствует об использовании аналогичного минерального сырья, а также сопоставимости технологии металлургического передела. Фазовый состав кристаллических фаз – новообразований и реликтовых включений – изучен при помощи микронзондового анализа (растровый электронный микроанализатор РЭМ 106И, аналитик А.А. Андреев) в древних и экспериментальных продуктах медеплавильного производства. В результате определен химический состав микровключений и выполнены соответствующие снимки во вторичных (рельефные снимки) и отраженных (контрастные снимки) электронах.

Шлак экспериментальной плавки 2008 г (рис. 1, табл. 1) в нижней части представлен сплошным стеклом, где кристаллической фазы до 10 %, выше расположено пористое стекло с изометричными зернами кварца размером 0.1–0.4 мм (до 5–10 %).

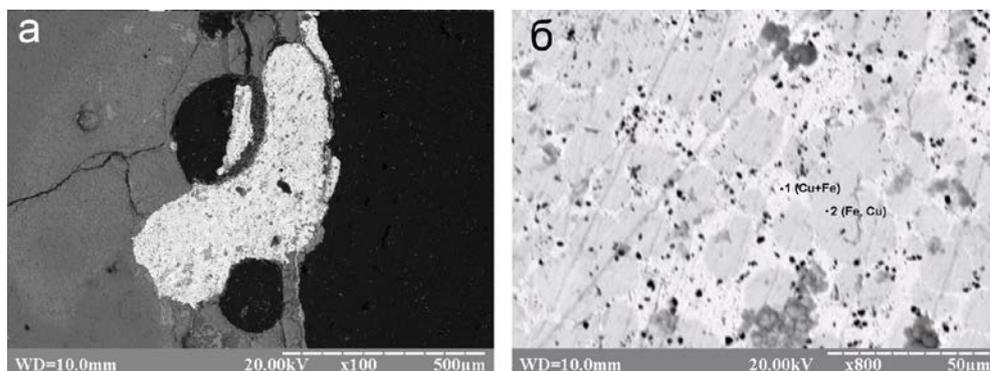


Рис. 1. Электронно-микроскопическое изображение поверхности полированного аншлифа шлака экспериментальной плавки в отражённых

Таблица 1

Химический состав образцов кристаллических фаз аншлифа шлака экспериментальной плавки

Образец	Fe	Cu	S	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	FeO	Sn	сумма
1	5.89	92.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.84
2	93.04	9.22	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	102.33
3	0.00	0.00	0.00	2.69	17.73	54.55	3.26	10.34	0.94	9.13	0.00	98.63
4	1.78	65.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.90	100.00

Микрозондовый анализ позволил установить в капле размером 600 мк фазу, состоящую на 9.3 % из меди и на 6 % из железа, и фазу – 93 % железа, остальное – медь. Кроме того обнаружены включения размером 2.5 мкм состоящие на 7.4 % из меди, 20 % из цинка и 3 % железа; включения свинца размером 0.5 мкм, железа – 5 мкм, а также медно-цинковой фазы размером 10 мкм. Кроме того, отмечены иглы, соответствующие сложному алюмосиликату калия, кальция и железа (образец 3), капли медно (65.3 %) -оловянно (32.9 %) -железистого (1.78 %) состава (образец 4) размером 10 мкм.

В археологическом пористом медеплавильном шлаке Картамышского рудопроявления (табл. 2) микрозондовым анализом установлены игльчатые выделения длиной 100мкм пироксен-амфиболового состава, отмечен также углерод, титаномагнетит и магнетит (5мкм).

В археологическом шлаке древнего рудника Клиновое (рис. 2, табл. 3) микрозондовый анализ позволил установить повышенное содержание натрия, не оксидную форму силиката железа (железа 77 %, кремния 22 %), капли олова, сплава олова со свинцом (60 % олова и 40 % свинца), включения олова 0.5 мк, крупные оплавленные дендриты на 83 % состоящие из железа и алюминия, октаэдрические кристаллы (до 10 мкм), состоящая из железа, алюминия и кислорода (шпинель?).

В пористом шлаке из Клинового (рис. 3, табл. 4) в отраженном свете отмечена капля сульфидов меди (3.5 мкм). По трещинкам серого слабоанизотропного сульфида (белоголубые тона, халькозин) отмечены включения розовато-серого минерала с меньшей отражательной способностью (делафоссит, бурнонит?), образующие графическую структуру.

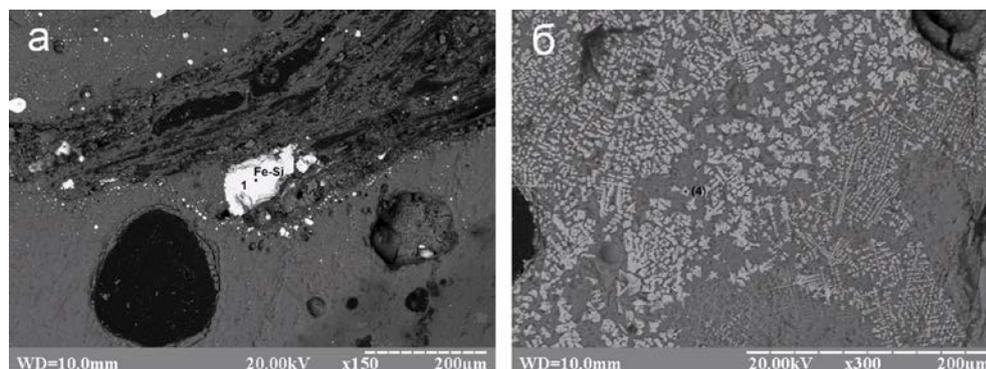


Рис. 2. Электронно-микроскопическое изображение поверхности полированного аншлифа археологического шлака в отражённых электронах (а – увеличение 150, б – увеличение 300)

Таблица 2

Химический состав образцов кристаллических фаз аншлифа шлака

Образец	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	FeO	Na ₂ O	TiO ₂	сумма
1	12.49	5.82	53.51	0.92	17.99	5.41	0.00	0.00	96.13
2	3.13	13.74	63.95	2.59	9.46	4.20	0.47	1.04	98.58

Таблица 3

Химический состав образцов кристаллических фаз аншлифа шлака

Образец	Fe	Sn	Pb	Al ₂ O ₃	FeO	Si	Сумма
1	73.69	0.00	0.00	0.00	0.00	21.96	95.65
2	0.63	98.19	1.17	0.00	0.00	0.00	100.00
3	0.77	59.94	37.28	0.00	0.00	0.00	97.99
4	0.00	0.00	0.00	20.78	81.64	0.00	102.42

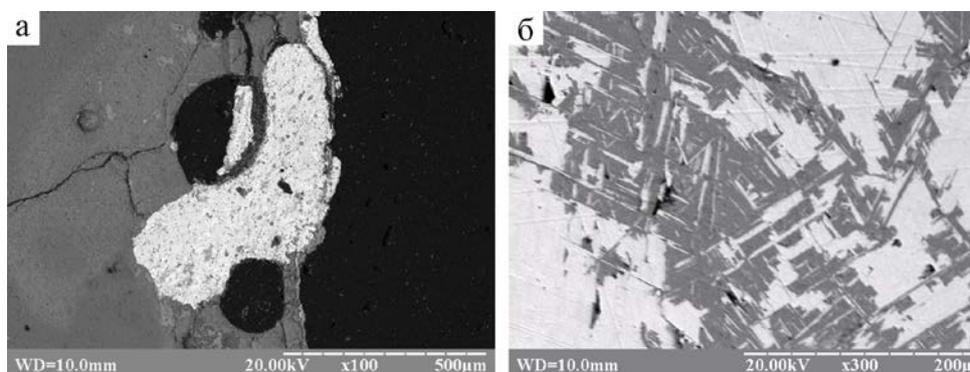


Рис. 3. Электронно-микроскопическое изображение поверхности полированного аншлифа шлака в отражённых электронах (а – увеличение 40, б – увеличение 300).

Таблица 4

Химический состав образцов кристаллических фаз аншлифа шлака

Образец	S	Fe	Cu	Сумма
1	26.70	4.37	67.64	98.71
2	10.15	1.08	53.99	65.22
3	6.94	0.73	53.03	60.70

Таблица 5

Химический состав образцов кристаллических фаз аншлифа штейна

Образец	MgO	SiO ₂	CaO	MnO	FeO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Сумма
1	10.69	36.52	2.45	4.06	56.78	0.00	0.00	110.50
2	0.00	42.25	18.22	1.67	29.26	9.39	0.72	101.52

Серый минерал отчетливо анизотропный, корродирован, плеохроизм от светло-желтого до голубовато-серого, твердость близка твердости общей массы, в скрещенных николях – синий. В массе стекла установлены зерна магнетита (?) размером 0.1–0.04 мм. Микронзондовый анализ позволил установить в центральной части капли скрытокристаллический участок размером 1 мм, сложенный сплавом алюминия с кремнием, по периферии – фазы, близкие по составу деляфосситу (CuFeO₂) и борниту (Cu₅FeS₄).

В штейне экспериментальной плавки 2008 г отмечены включения халькозина (до 2.5 мм), меди (до 0.1 мм), олова (до 500 мкм) и силиката железа (SiO₂ 30.72 %, FeO 71.25 %, при сумме 101.96 %), предположительно, железистую разновидность оливина – фаялит (до 1 мм) и, вероятно, пироксен.

Археологический штейн Картамышского микрорайона (табл. 5) содержит кристаллические фазы оливин-пироксенового состава (до 0.5 мм), дендриты и вкрапления меди (до 0.25 мм), куприта (0.02 мм), магнетита (0.2 мм) и олова (1–2 мкм). Микронзондовый анализ установил обеднение матрицы штейна железом и магнием на фоне присутствия, а также многочисленных включений.

Таким образом, включения олова (до 2 мкм) установлены в археологических и экспериментальных шлаках, что свидетельствует о сопоставимости состава руд и используемого процесса металлургического передела. Свинец и цинк – элементы, которые характерны в составе рудопроявлений меди Бахмутской котловины (до 0 п %), также отмечены как в археологических, так и в экспериментальных продуктах металлургического передела.

Фазовый состав металлургических шлаков отражает состав исходного минерального сырья (его источник), условия металлургического передела (температура, окислительно-восстановительные условия).

Отмеченные факты подтвердили сопоставимость металлургического процесса экспериментальной и древней плавки, а также найти типоморфные включения, отражающие специфику минерального состава руд Картамышского рудопроявления меди, которая должна использоваться наряду с другими факторами для увязки шлаков и штейнов к сырьевой базе.

Литература

1. Григорьев С.А. Минералогия шлака Мосоловского поселения // Археология восточноевропейской лесостепи: Доно-Донецкий регион в эпоху бронзы. Воронеж, 2003. Вып. 17. С. 123–134.
2. Зайков В.В., Котляров В.А., Зайкова Е.В., Задников С.А. Металлогеническое значение исследований микровключений в древних металлах и шлаках (на примере Урала и Восточной Украины) // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна», Вип. 8 (136) / Донецьк, ДонНТУ, 2008. С. 87–90.
3. Ровира С. Технология выплавки меди в эпоху поздней бронзы в Каргалах (Оренбург, Россия). Экспериментальная плавка в Горном // Проблемы гірничої археології: Матеріали II-го Картамиського польового археологічного семінару. Алчевськ: ДонДТУ, 2005. С. 203–206.
4. Саврасов А.С. Исследование химического и фазового состава медной руды и медесодержащих шлаков эпохи бронзы из района Восточной Украины // Проблемы гірничої археології: матеріали II-го Міжнародного Картамиського польового археологічного семінару. Алчевськ, 2005. С. 268–71.

О.С. Манюк

*Южный Федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
manyukstroika@mail.ru*

Минерально-сырьевая база для медеплавильных мастерских Елизаветовского скифо-античного городища (низовья Дона) (научный руководитель В. Г. Рылов)

Целью проведенных исследований являлся анализ металлургического сырья для мастерских Елизаветовского городища, располагающегося в скифо-античное время в Восточном Приазовье.

По данным археологических экспедиций Научно-методического центра археологии РГПУ [Копылов, Рылов, 2006; Копылов, 2009], Елизаветовское городище в Нижне-Донском культурно-историческом районе в устьевой области р. Дон, датируемое первой четвертью V – последним десятилетием IV в.в. до н.э., выделяется как один из крупнейших ремесленных центров скифских поселений в Приазовье [Манюк, Рылов, 2014]. Близость данного центра к древним разработкам золота, серебра, цинка, свинца, меди и железа на территории современной Осетии, горной части Краснодарского края, Адыгеи и Карачаево-Черкессии, повлияла на появление на исследуемой территории крупных поселений. Древние медные рудники эпохи поздней бронзы на Донбассе были рассмотрены И.С. Татариновым [1989].

Основными задачами работы являются: анализ минералогического состава сплесков, найденных на археологических раскопках; сопоставление состава рудного вещества из коренных обнажений с составом археологического материала, отобранного из раскопов в приустьевой области р. Дон. Состав образцов, найденных на археологических раскопках Елизаветовского городища, сравнивался с составом медных