

В заключение, указанные примеры показывают наличие сходного мышления в освоении мира у доисторического человека. По отношению к драгоценному сырью, уже в бронзовом веке происходит четкое разделение, когда «запад» отдает предпочтение золоту, а «восток», в основном, продолжает «подчиняться» нефриту. Стандартизация предметов и создание эталонов (мер, вес, время) является одним из важных признаков цивилизации.

Литература

- Иванов И.* «Золотой» некрополь Варны // *Природа*, № 2, 1975. С. 50–57.
- Костов, Р. И.* Праисторическа тегловна система при златните изделия от Варненския халколитен некропол // *Геология и минерални ресурси*, 2004. № 3, С. 25–28.
- Костов Р. И.* Археоминералогия на неолитни и халколитни артефакти от България и тяхното значение в гемологията. София: Изд. къща «Св. Иван Рилски», 2007. 126 с.
- Русев Р., Славчев В., Маринов Г., Бояджиев Й.* Варна – праисторически център на металообработката. Варна: Данграфик, 2010. 191 с.
- Chen J., Zhang J.* Preliminary examination of the jade pieces excavated from Hanshan // *Wenwu* (in Chinese), 1989. № 4, P. 14–19.
- Didier J. C.* In and Outside the Square: The Sky and the Power of Belief in Ancient China and the World, c. 4500 BC – AD 200. Volume II. Representations and Identities of High Powers in Neolithic and Bronze China // *Sino-Platonic Papers*, № 192, 2009. 265 p.
- Kostov R. I., Kostova I., Pelevina O.* Coal (jet) beads from the Varna Chalcolithic necropolis (V mill. BC) in a prehistoric weight system // *Геонауки. Geosciences-2010. Proceedings. Bulgarian Geological Society*, Sofia, 2010. P. 177–178.
- Pankenier D. W.* The mandate of heaven // *Archaeology*, 1998. № 3–4. С. 26–34.
- Smolenov H., Kostov R. I.* On the interpretation of some prehistoric «anthropomorphic» bone and marble (Varna Chalcolithic necropolis – Bulgaria), as well as jade (Hongshan – China) amulets. Proceeding of the First International Symposium Ancient Cultures in South-East Europe and the Eastern Mediterranean «Megalithic Monuments and Cult Practices», Blagoevgrad, 11-14 October 2012, Blagoevgrad: Neofit Rilski University Press, 2012. P. 226–231.
- Smolenov H., Michailov H.* The Lost Auroolithic Civilization? Codes from a Black Sea Atlantis. Sofia: Megoart, 2010. 228 p.

С.А. Григорьев

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

Проблемы изучения древних металлургических шлаков Северной Евразии

Изучение металлургического производства Северной Евразии имеет длительную историю, связанную, главным образом, с научным коллективом, возглавляемым Е.Н. Черных [1966, 1970, 1976, 1978 и др.]. Эти работы базировались на типологическом и спектральном анализе металла. Но для решения вопросов сырья и технологии плавки руды эти методы недостаточны.

Шлаковые системы достаточно сложны, их изучение каким-то одним аналитическим методом не дает однозначного результата. Это вызывает необходимость использования серии методов, что делает даже исследование одного образца трудоем-

ким и дорогостоящим процессом. Но, учитывая возможные бракованные плавки и неоднородность материала, необходимо изучать хорошие серии шлака с каждого поселения или территории, в зависимости от исследовательских задач. Можно привести огромное количество примеров, когда использование ограниченных исследовательских приемов или анализ отдельных образцов давали ложный результат, хотя в рамках самого этого отдельно взятого метода, выводы были вполне корректны. Поэтому при исследовании шлаков эпохи средней бронзы Северной Евразии использовано несколько методов и изучены большие серии образцов (табл.).

За последние годы была проведена работа по изучению шлаков Северной Евразии. На основании анализов больших аналитических серий шлака с территории от Дона до Алтая и Средней Азии удалось разработать общую схему развития металлургии Северной Евразии [Григорьев, 2013]. Но в рамках этой школы имеет смысл обсуждать не ее, а отдельные типы шлаков, их культурный и технологический контекст.

Развитие металлургии в мире прошло много этапов от использования самородной меди до плавки медных окисленных, далее сульфидных руд и затем до производства железа. Но это развитие рудной базы требовало развития и усложнения технологических схем: от холоднойковки к плавкам при все более высоких температурах, переходу от тиглей к печам, управлению атмосферой в печи и многое другое. То есть это взаимосвязанные процессы, а не серия разнонаправленных инноваций, что должно обязательно учитываться в археометаллургических исследованиях.

Самая ранняя стадия плавки чистого малахита в тиглях практически во всем мире не отражена шлаковыми материалами, так как этот процесс почти не дает выхода шлака. Поэтому отсутствие шлака при наличии металла можно считать косвенным признаком подобной технологии. Правда, по примесям в меди отдельных изделий нельзя определить произведены они из самородной меди или выплавленной из малахита. Это позволяют делать лишь большие серии анализов [Rapp, 1982, p. 34, 35]. В Северной Евразии такую плавку можно предполагать для ямной и афанасьевской культур, а также для целого ряда энеолитических комплексов. Последние следы такой технологии сохранились в абашевской культуре Приуралья, где часть шлаков представлена низкотемпературными образцами. Это практически спекшаяся нерасплавленная порода с восстановившимися и не всегда расплавленными частицами меди.

Вероятно, такие плавки документируются и некоторыми ошлаковками энеолитических тиглей Урала, хотя их изучение пока и не выявило надежных рудных включений. В то же время, уже в энеолите появляются технология плавки первичного сульфида, халькопирита, и первые попытки легировать оловом. Но эта технология быстро исчезает, и до появления в конце СБВ синташтинской культуры в Северной Евразии доминирует маломощная металлургия, не основанная на шлаковых процессах.

Синташтинская металлургия резко отличается от иных в Северной Евразии преимущественной ориентацией на руды из ультраосновных пород, которые можно было плавить при не слишком высоких температурах (1200–1300 °С). В результате формируются шлаки с низкой вязкостью и хорошей оливиновой кристаллизацией. Часто маркером таких плавков выступают включения зерен хромита. Но объемы плавков были невелики: за одну плавку получали 50–130 г. меди. Судя по микрозондовому анализу включений хромитов, руду везли издалека, из Оренбуржья, при наличии

Таблица

**Анализы руды и шлака периода средней бронзы / всего по ЕАМП
(включая ПБВ и РЖВ)**

Культуры и памятники	Кол-во образцов	Анализы						
		Спектр. анализ	Оптическая минералогия	Хим. анализ	РСА	Визуальное определение	РФА	СЭМ
<i>Синташта</i> руда шлак	96 193	93 130	3 175	8	6	92	3 7	155 341
всего	298	123	178	8	6	92	10	496
<i>Абашево</i> шлак	21	16	20				5	
всего	21	16	20				5	
<i>Рудники</i> руда шлак	14 4	14 2	4		4	13	6	
всего	18	16	4		4	13	6	
руда шлак обмазка	119 247 1	112 157 1	3 225	8	13	115		
всего	367/2331	270/1184	228/738	8/74	13/42	115/135	21/88	496
Всего анализов	1518/2628							

более богатых руд в ареале синташтинских городищ [Зайков и др., 2005]. Парадокс отчасти объясняется тем, что на стадии плавки руды производилось легирование мышьяко-никелевыми минералами, что хорошо показывают химические анализы шлака и руды. При использовании более богатых руд из кислых пород требуются более высокие температуры, и происходит возгонка мышьяка. Соответственно выбирались и металлообрабатывающие технологии: с предпочтениемковки с низкотемпературными отжигами и минимальным использованием литья [Дегтярева, 2010]. Это определяет и те типы изделий, которые можно таким образом изготовить. То есть, в данном случае мы видим неразрывную технологическую цепочку от добычи руды до конечного изделия. В плавку поступали окисленные руды с определенной долей вторичных сульфидов типа ковеллина и халькозина. Отчасти последнее, но в большей степени схема дополнительного дутья из колодца, которая эффективно генерировала монооксид углерода, вели к тому, что атмосфера плавки была восстановительной и потери меди очень низки.

В начале эпохи поздней бронзы в степи и лесостепи формируются срубная, петровская и алакульская культуры, воспринявшие многие синташтинские стереотипы, что приводит к чрезвычайному распространению металлургического производства, увеличению его объемов и переходу на плавку руд из более кислых пород, кварцевых жил и медистых песчаников. В шлаках это проявляется во включениях фрагментов кварца и в более кислом и вязком химическом составе. Расплавление руды требовало повышения температур, интенсификации дутья и, как следствие, вело к окислению шлака. В некоторых районах (в первую очередь, Оренбуржье и Центральный Казахстан) шлаки содержат огромное количество окисленных минералов, куприта и делафоссита. В иных случаях, если мы фиксируем в шлаке достаточное количество вторичных сульфидов или сохраняется синташтинская схема дутья, это проявляется в меньшей степени. Но везде это сопровождается ростом температуры, что делает невозможным прежнюю схему легирования. В результате, в химическом составе шлаков постепенно исчезает мышьяк.

Второй процесс – это распространение с востока плавок сульфидных руд. Это хорошо видно по включениям соответствующих минералов. С одной стороны, сера связывает избыточный кислород, что ведет к восстановительной атмосфере и способствует более эффективному производству меди. Это хорошо видно по характерным включениям фаялита и вюстита в шлаках этого типа. Но с другой стороны, экзотермальная реакция горения серы и большая длительность плавки не позволяют применить мышьяковое легирование в руду.

В результате всех этих процессов этот вид легирования надолго исчезает. Возможным дериватом его является легирование мышьяково-сурьмяными минералами, но это встречается не так часто. Зато появляется легирование оловом, которое осуществлялось уже в металл. В огромной изученной коллекции шлака олово в нем практически не встречается. Это ведет к появлению сложного тонкостенного втульчатого литья и иным режимам металлообработки, новым типам изделий. То есть, здесь мы опять видим принципиальную связь первоначального рудного сырья с типом изделия.

Таким образом, археометаллургические исследования, в отличие от исследований камня или керамики, требуют более комплексного подхода и массового применения различных аналитических методов. Но, кроме того, логику технологических трансформаций можно понять лишь с учетом изучения всех сторон производства: добычи руды, ее плавки, легирования, технологий металлообработки, типов изделий. При этом, если мы видим неожиданные изменения во всем этом сложном комплексе, то очень часто это является маркером миграционных процессов, так как заимствование его без непосредственного обучающего процесса невозможно. Поэтому изучение истории металлургии без понимания культурных и социальных процессов в широких рамках тоже невозможно.

Литература

Григорьев С.А. Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 2013. 660 с. (<https://islandvera.academia.edu/StanimislavGrigoriev>).

Дегтярева А.Д. История металлопроизводства Южного Зауралья в эпоху бронзы. Новосибирск: Наука, 2010. 162 с.

Зайков В.В., Дунаев А.Ю., Григорьев С.А., Юминов А.М., Зданович Г.Б. Минеральные индикаторы медных руд для древней металлургии Южного Урала // Археоминералогия и ранняя история минералогии. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 129–130.

Черных Е.Н. История древнейшей металлургии Восточной Европы. М.: Наука, 1966. 144 с.

Черных Е.Н. Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. М.: Наука, 1970. 180 с.

Черных Е.Н. Древняя металлообработка на Юго-Западе СССР. М.: Наука, 1976. 304 с.

Черных Е.Н. Металлургические провинции и периодизация эпохи раннего металла на территории СССР // Советская археология, 1978, № 4. С. 53-82.

Rapp G., 1982. Native copper and the beginning of smelting: chemical studies // Early metallurgy on Cyprus, 4000 – 500 BC (ed. Muhly J. D., Maddin R., Karageorghis V.). Nicosia. P. 33–40.

А.А. Тишкин

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, tishkin210@mail.ru

Использование портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра при изучении древних и средневековых изделий из цветного металла с территории Большого Алтая

В археологическом плане территория так называемого Большого Алтая, в которую входят собственно Алтай, а также Монгольский и Гобийский Алтай, изучена неравномерно, хотя трудно переоценить значение этой области при реконструкции развития культуры и истории не только в Азии, но и на всем евразийском континенте. Рассматриваемый крупный регион обладает значительными рудными запасами цветных металлов. Именно данный фактор способствовал его освоению в период энеолита и дальнейшему использованию на протяжении многих веков.

Основная задача, стоящая перед современными исследователями, заключается в выявлении и изучении объектов горнорудного дела и металлургического производства, а также изделий и других материалов начиная с афанасьевского времени (2-я половина IV тыс. до н.э.) и до прихода русских рудознатцев, которые в своем промысле ориентировались на «чудские» копи. В данном процессе определенная роль отводится применению портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра ALPHA SERIES™ (модель Альфа-2000, производство США), который имеется в Алтайском государственном университете и используется сотрудниками кафедры археологии, этнографии и музеологии и недавно созданной Лаборатории междисциплинарного изучения археологии Западной Сибири и Алтая под руководством академика РАН А.П. Деревянко. Указанный прибор в комплекте со специальным стендом и КПК (карманным переносным компьютером) работает в двух программных режимах («Аналитический» и «Горнорудный»). Изначально анализатор рассчитан для установления химического состава материалов в промышленных условиях. Поэтому его необходимо было частично адаптировать под решение задач исследования древних и средневековых изделий из цветных металлов. В этом процессе участвовали заинтересованные коллеги из Института минералогии УрО РАН, а также представители фирмы-поставщика. В результате удалось отрегулировать количественное определение всех основных элементов, которые использовались мастерами при изго-