

ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ МЕТАЛЛА СИНТАШТИНСКОЙ КУЛЬТУРЫ

А.Д. Дегтярева

Статья посвящена изучению химического состава цветного металла синташтинской культуры начала II тыс. до н.э. по материалам могильников Кривое Озеро, Каменный Амбар 5, Синташта 2, Герасимовка 2. Данные атомно-эмиссионного спектрометрического анализа зафиксировали использование бинарных сплавов, а также сложных трех-, четырех-, пятикомпонентных бронз с лигатурой мышьяка, олова, свинца, цинка, сурьмы. Ведущей металлургической группой являлись бинарные сплавы медь-мышьяк (около 80 %); с учетом многокомпонентных сплавов, в которых присутствует мышьяк, доля мышьяковых бронз доходит до 93 %. Ареал синташтинского металла приближен к различным зауральским группам месторождений: Таш-Казган, Никольское, Воровская яма, Ишкининское, Гаевское, Ивановское. Для плавки подбирались как окисленные (малахит, куприт), так и мышьяково-никельсодержащие залежи Южного Зауралья.

Синташтинская культура, Южное Зауралье, эпоха бронзы, цветная металлообработка, металлургические группы.

Изучение отдельных аспектов синташтинского металлопроизводства с точки зрения типологии, направления связей, изучения отходов производства проводилось рядом авторов. Более целостный подход к оценке состояния развития синташтинского металлургического производства нашел отражение в работах Е.Н. Черных [Chernykh, 1992; Черных и др., 2002], в которых дана общая химико-металлургическая характеристика металла Синташтинских могильника и поселения, изделия атрибутированы в рамках начального этапа Евразийской металлургической провинции, установлены наиболее вероятные источники металла в Таш-Казгане, руды которого отличались повышенным содержанием мышьяка. Близость форм абашевской и синташтинской керамики и металла, зачастую даже их идентичность, привели Е.Н. Черных к созданию гипотезы о существовании обширной абашево-синташтинской археологической общности, обусловленной, по его мнению, синдромом степной культурной непрерывности [2007. С. 75–79]. Проанализированный абашево-синташтинский металл, помимо серебряных или биллоновых украшений, Е.Н. Черных распределяет на две группы, в количественном отношении примерно равные: группы МП (чистой и загрязненной иными добавками меди) и мышьяковой меди естественного происхождения. Последняя группа металла напрямую связана с горными выработками Таш-Казган, при этом подчеркивался естественный характер этой меди. Если в западных регионах доминировала медь МП (к востоку от Уральского хребта она не была зафиксирована), то таш-казганский металл доминировал в Зауральском регионе и проникал на запад вплоть до бассейна Дона [Там же. С. 80–83].

В.В. Зайков на основании аналитических данных лаборатории естественно-научных методов ИА РАН выделил те же химико-металлургические группы, что и Е.Н. Черных [1995]. По мнению В.В. Зайкова, на территории Восточно-Уральского горно-металлургического центра основными источниками сырья были многочисленные мышьяк- и никельсодержащие медно-арсенидные месторождения, присутствующие в ультраосновных породах офиолитовых зон типа Ишкининского, Дергамышского, Ивановского рудников [Зайков и др., 2008а. С. 405]. Им были обследованы карьеры на рудниках Воровская яма, Дергамышском, Ивановском, Ишкининском. Учитывая факт обнаружения синташтинско-петровской керамики в карьере Воровской ямы, находящемся в 40 км от пос. Аркаим, исследователь считал возможной добычу руды этого месторождения [Зайков, 2007. С. 32–38].

Характеристика наземных теплотехнических сооружений, связанных с металлургическими процессами, происходящими из поселений Аркаим, Синташта и Устье, была отражена в статьях С.А. Григорьева [2000. С. 456–460]. Основными критериями для выделения металлургических теплотехнических комплексов служили типологические признаки конструкций и обнаружение металлургических шлаков. По своей конструкции они были подразделены на однокамерные и более сложные, состоящие из печи, соединенной с колодцем небольшим перекрытым каналом,

далее однокамерные с горизонтальным дымоходом у колодца или без последнего, в единичных случаях двухкамерные с плавильной полостью и углублением с мехами. С.А. Григорьев считает, что печи на синташтинских поселениях были полифункциональными и могли использоваться как для выплавки металла, так и для домашних нужд. Отсюда он приходит к выводу о наличии металлургических печей практически в каждом помещении. Реальные факты с фиксацией остатков металлургического процесса в виде кусков шлака, руды, сплесков за исключением нескольких случаев почти не приводятся. Так, на пос. Синташта им упоминается лишь одна печь с куском шлака [Там же. С. 458]. На краю основания одной из печей Аркаима было обнаружено глиняное сопло [Там же. С. 460]. На наш взгляд, вывод автора о всеобщей распространенности в синташтинской среде занятий металлургическим производством и выплавке металла в обычных печах во всех жилищах, служащих для приготовления пищи, крайне сомнителен, учитывая тем более высокую степень возгонки окислов мышьяка при плавлении, отжигах и даже по мере остывания сплавов. Летучие окислы мышьяка имеют высокую степень токсичности и весьма ощутимый чесночный запах, именно поэтому в жилом помещении подобные сооружения недопустимы. На наш взгляд, именно по этой причине мнение С.А. Григорьева о домашнем облике металлургии синташтинцев, основанное на отсутствии специализированных участков на поселениях, не соответствует действительности.

Интересные результаты по технологии плавки руды были получены С.А. Григорьевым, изучившим куски руды (96 образцов) и шлака (193 образца), происходившие с поселений синташтинской культуры Синташта, Аркаим, Устье, Ольгино, Родники 2, Ягодный Дол, мог. Кривое Озеро [2000. С. 461–524]. Изучение кусков руды из слоя синташтинских поселений показало, что основная масса образцов была представлена прожилками малахита, реже ковеллина в серпентините, малахитом в лимоните или в ожелезненном кварцитопесчанике [Там же. С. 472–474]. Для этих образцов были характерны повышенные или средние концентрации примесей Co, Ni при низком содержании мышьяка (группы I–II по С.А. Григорьеву) [Там же. С. 474]. Аналитическое исследование шлаков показало, что использовались окисленные (малахит, куприт) и сульфидные (ковеллин, халькозин, халькопирит, реже теннантит, борнит) руды из серпентинитов и кварцевых жилах [Там же. С. 481–485]. Содержание и характер включений в шлаковых образцах позволили автору совершенно определенно указать на температурный интервал плавки в рамках 1300–1400 °С, потери металла были совсем небольшими, плавка проходила в восстановительной атмосфере [Там же. С. 486–487]. По мнению С.А. Григорьева, легирование происходило на стадии плавки руды, при этом вопрос происхождения мышьякосодержащих минералов пока остается открытым и рудные источники неясны [Там же. С. 504–505].

Проблема разграничения мышьяковых бронз и мышьяковой меди до сих пор является нерешенной, учитывая тем более тот факт, что при выплавке металла из руды происходит возгонка мышьяка и его процентное содержание резко уменьшается. Исследователи при выделении группы мышьяковых бронз в качестве границы используют разные пороговые величины — от 0,1 до 1 и даже 5 % [Eaton, NcKerrell, 1976. P. 169–170]. Отмечая трудности, связанные с выделением границы легированности металла мышьяком на примере металла северокавказской культуры, Е.Н. Черных выявил определенные закономерности в подборе сырья для литых украшений и кованных после отливки орудий. Если первая содержала более высокие концентрации As, то вторая группа изделий имела примеси от 0,25 до 4 %, что, по мнению исследователя, явно свидетельствовало о знании свойств медно-мышьяковых сплавов и умелом их применении в зависимости от выбора соответствующей технологии изготовления [Черных, 1966. С. 42]. Рассматривая металл синташтинских могильников, Е.Н. Черных отнес основную часть изделий Синташтинского могильника с повышенными концентрациями мышьяка к ранее выделенной на материалах Волго-Уралья таш-казганской группе — естественных медно-мышьяковых сплавов [Черных, 1970. С. 15; Chernykh, 1992. P. 231–232]. В одной из последних работ Е.Н. Черных использовал для обозначения группы с повышенными концентрациями мышьяка абашевской и синташтинской культур термин «мышьяковая медь», имея в виду ее естественное происхождение из руды Таш-Казганского месторождения [Черных, 2007. С. 81]. По данным Л.И. Авиловой, собравшей и обработавшей огромную базу данных металла Ближнего Востока, основная масса изделий РБВ и СБВ содержит невысокие концентрации мышьяка, до 1–2 %, что объясняется повышенной летучестью и потерями мышьяка при его нагревах [Авилова, 2008. С. 20]. Для определения границы легированных мышьяковых сплавов она предложила пороговую величину в 0,5 %.

Химико-металлургические группы металла синташтинской культуры

В современной технической и историко-металлургической литературе крайне дискуссионной является проблема получения мышьяковых бронз в древности в результате естественного или искусственного характера присадки мышьяка к меди. Сводка существующих точек зрения по этой тематике, подкрепленных экспериментальными результатами по выплавке металла из руды, приведена И.Г. Равич и Н.В. Рындиной [1999. С. 81–83]. Авторы отмечают, что большинство исследователей, как российских [Пазухин, 1964; Кашкай, Селимханов, 1973], так и зарубежных [Badd et al., 1992. P. 4–5; McKerrel, Tylekote, 1972. P. 212; Eaton, NcKerrell, 1976. P. 177–178; Rovira, 1990], придерживаются мнения о получении мышьяковых бронз прямым сплавлением медных и мышьяковых рудных минералов как окисленных, так и сульфидных, предварительно отоженных. При этом контроль над содержанием мышьяка в конечном металле практически не мог быть достигнут в силу значительной летучести окислов мышьяка и его возгонки, именно этим объясняется незначительность содержания мышьяка в сплавах. Другие авторы склоняются к гипотезе об искусственном происхождении примеси мышьяка, но при этом не приводят доказательств процесса производства бронзы [Lechtman, 1996]. Экспериментальные выплавки мышьяковых бронз достаточно успешно осуществлялись В.А. Пазухиным в процессе совместного обжига окисленных медных руд с сульфидными рудами мышьяка — реалгаром, аурипигментом, арсенопиритом. При этом взаимодействие компонентов происходило до начала плавления металла в процессе улетучивания мышьяка, готовый сплав содержал до 8 % мышьяка. Возгонка последнего продолжалась даже после завершения металлургического процесса при остывании печи и при каждой его последующей переработке, в том числе при ковке, сопровождаемой нагревами [Пазухин, 1964. С. 156; McKerrel, Tylecote, 1972. P. 216–217]. Мышьяковая бронза была также получена в процессе выплавки в тигле смеси малахита и оливенита в лаборатории отдела археологии Брэдфордского университета [Budd et al., 1992. P. 81]. В процессе термообработки и последующей горячейковки произошла быстрая возгонка и улетучивание мышьяка с поверхности орудий [Tylecote, 1976. P. 7–8].

В.В. Зайковым, В.А. Котляровым и Е.В. Зайковой было проведено изучение состава включений в шлаках из материалов пос. Аландское, Устье, Аркаим методами оптической и электронной микроскопии. Большинство металлических включений представлено корольками меди и мышьяковой бронзы. В то же время примерно в трети образцов встречаются двух- и трехфазные включения, содержащие мышьяковую бронзу с каплями селенистых сульфидов, никель-мышьяковую бронзу, сплавы Cu-Ni-As, Fe-Cu-As в интерстициях, сульфиды меди [Зайков и др., 2008б. С. 400–402; 2008а. С. 403–405]. Полученные данные, по мнению исследователей, говорят о том, что древние металлурги использовали наряду с рудами из зон окисления медно-колчеданных месторождений мышьяково-никельсодержащие залежи. К последним могут быть отнесены кобальт-медноколчеданные руды, содержащие в продуктах окисления повышенные концентрации мышьяка и никеля. При этом использовались как вторичные окисленные, так и первичные сульфидные руды. По заключению исследователей в шлаках также отмечается большое количество включений хромшпинелидов, которые по составу соответствуют хромитам из медных руд в серпентинитах офиолитовых зон Южного Урала. По их мнению, использовалась преимущественно руда из мышьяково-никельсодержащих медно-арсенидных месторождений, которые присутствуют в ультраосновных породах офиолитовых зон (Ишкининское, Ивановское, Дергамышское) [Зайков и др., 2008а. С. 405]. Заключение В.В. Зайкова и его коллег соответствует нашим аналитическим данным; так, примерно 20 % проанализированных изделий имели повышенные концентрации никеля, в составе от 0,2 до 0,96 %, наряду с повышенными концентрациями мышьяка (табл. 2).

Сходная картина была выявлена Н.В. Рындиной и И.Г. Равич при аналитическом изучении металла майкопской культуры. Примерно в половине изделий майкопской культуры был обнаружен никель с концентрациями от 1 до 4–5 %, который, по мнению авторов, попадал в бронзы в результате совместной плавки медных и мышьяково-никелевых минералов, связанных с Закубанскими рудопоявлениями Северного Кавказа, обогащенными ураном. На Северном Кавказе встречаются арсенаты и арсениды никеля, в том числе никелин NiAs, имеющий золотисто-бронзовый цвет. Проведенные ими эксперименты показали, что плавка малахита или меди с никелином позволяет при нагреве до 1100–1200 °С получить бронзы без шлаков и дефектов, а главное, без потерь мышьяка [Рындина, Равич, 2008. С. 335–336].

Общее количество синташтинских металлических предметов, учтенных как при изучении коллекций, так и по опубликованным данным, достигает 599 (с учетом материалов Устья этот

А.Д. Дегтярева

показатель возрастет примерно до 750 ед.; см. табл. 1). Подавляющее большинство бронзовых орудий и украшений — 96 % от общего количества изделий происходят из погребальных комплексов, тогда как доля поселенческого металла составляет всего 4 % (рис. 1). Металлический инвентарь распределяется по основным категориям-классам следующим образом: орудия труда — 38,8 %, украшения — 38,9 % (реальная доля орудий была выше, украшений — ниже, учитывая факт включения в общее количество бусин из наборов), оружие — 2,3 %, скобы, заклепки, прутки — 20 % предметов. Из металлических предметов в захоронениях чаще всего находили ножи и шилья, численность которых достигала половины найденных орудий труда, значительно реже — тесла, серпы, долота, крючки, топоры, копья и наконечники стрел. Поселенческий металлический инвентарь, происходящий из слоя Синташты и Аркаима, представлен долотами, шильями, крючками, серпами, ножами, скобами, браслетом, кольцом, а также каменной створкой формы для отливки серпов.

Таблица 1

Распределение металлических изделий по памятникам

Памятник	Всего изделий из металла	Орудия труда	Оружие	Украшения	Скобы, прочее	Изделия из Cu и сплавов на ее основе	Изделия из Au	Изделия из Ag
Могильники								
Кривое Озеро	121	14	—	93 (72 бусины от 2 браслетов)	14	120	1	—
Каменный Амбар 5	66	35	1	12	18	63	2	1
Синташтинский большой	146	40	2	68 (46 бусин и обойм от 2 наконечников)	36	100	6	40
Синташтинский 1	57	35	—	7	15	57	—	—
Синташтинский 2	42	7	7	15	13	32	10	—
Герасимовка 2	2	2	—	—	—	2	—	—
Березовский	1	1	—	—	—	1	—	—
Малиновский 2	2	2	—	—	—	2	—	—
Большекараганский	19	17	1	—	1	19	—	—
Новокумакский	2	2	—	—	—	2	—	—
Танаберген 2	91	37	2	32	20	80	5	6
У горы Березовой	4	4	—	—	—	4	—	—
Жаман-Каргала 1	17	11	1	5	—	17	—	—
Обилькин Луг 3	5	5	—	—	—	5	—	—
Всего по могильникам	575	212	14	232	117	504	24	47
Поселения								
Синташта	12	9	—	1	2	12	—	—
Аркаим	12	11	—	—	1	12	—	—
Всего по поселениям	24	20	—	1	3	24	—	—
Всего по памятникам	599	232	14	233	120	528	24	47
		38,8 %	2,3 %	38,9 %	20 %	88,1 %	4,1 %	7,8 %

Помимо металлических изделий в культурном слое поселений Ольгино, Устье, Синташта были обнаружены остатки металлургических комплексов — плавильных печей, в которых отмечены скопления остатков продуктов плавки бронзы — руда, шлаки, сплески, бронзовый лом, заготовки [Виноградов, 2003. С. 14–15; Григорьев, 2000. С. 458–460]. В основании плавильной печи пос. Аркаим было обнаружено вмонтированное глиняное сопло [Григорьев, 2000. С. 460]. На пос. Устье, по данным Н.Б. Виноградова, были зафиксированы округлые каменные вымостки — основания горнов купольного типа, рядом с которыми находились колодцы, из которых подавался воздух в печи. В слое поселений Родники, Чернореченское 3, Куйсак были найдены руда, металлургические шлаки, фрагменты глиняных сосудов с ошлакованными краями, пос. Аркаим — створка тальковой литейной формы для отливки двух серпов. На территории пос. Берсуат было раскопано помещение с остатками небольших металлургических печей. Последние были связаны с колодцем и системой канавообразных углублений. Здесь же были обнаружены фрагмент сопла, куски шлаков, руды, каменные орудия [Зданович Г.Б., Малютина, 2001. С. 74–75].

Химико-металлургические группы металла синташтинской культуры

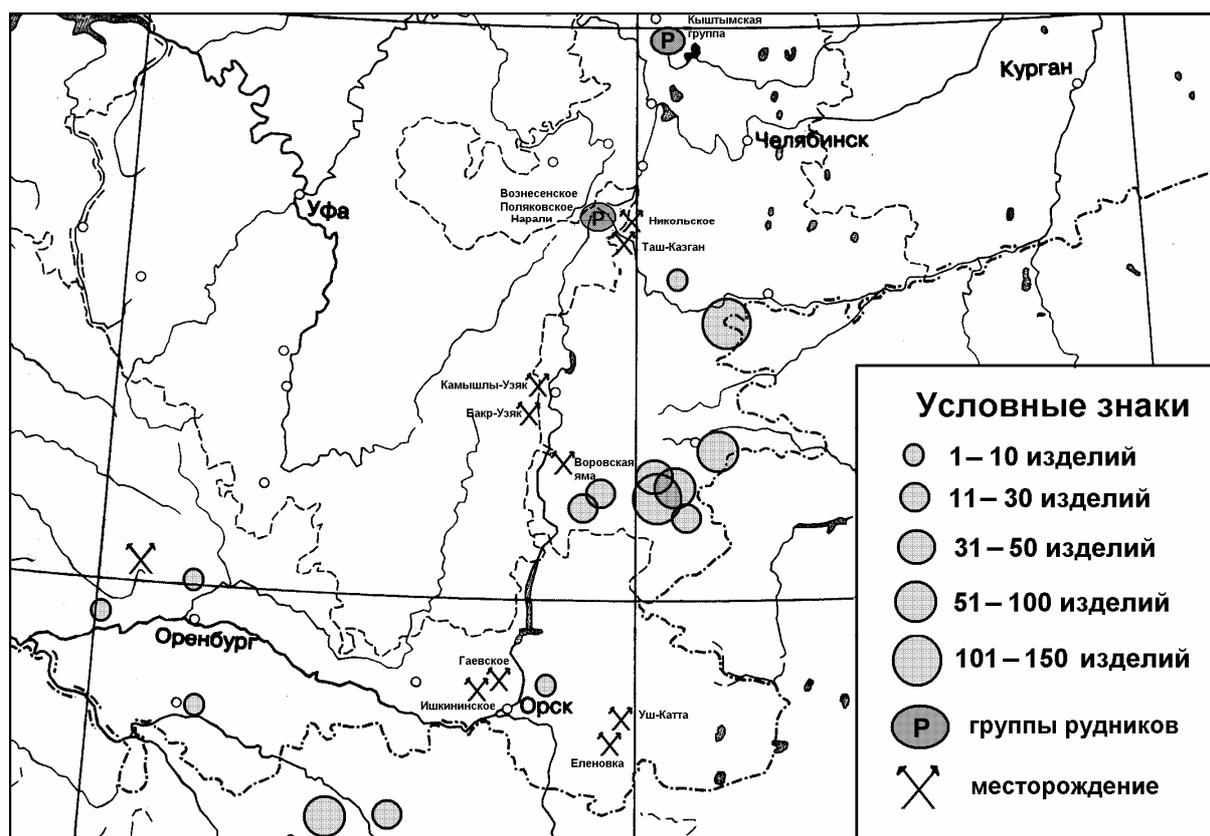


Рис. 1. Карта распределения металла синташтинской культуры по памятникам

Куски медной руды (в том числе малахит), шлаки, слитки известны и в синташтинских погребальных памятниках (Синташта, Кривое Озеро, Каменный Амбар 5, Солнце 2) [Виноградов, 2003. С. 134; Епимахов, 2002. С. 51–57]. В коллективном погребении со следами колесницы мог. Солнце 2 (кург. 5, погр. 1) обнаружены два сопла, заготовки литейных форм, в периферийном женском погребении мог. Каменный Амбар 5 (кург. 4, погр. 3) — куски руды, слитков; в погр. 3 и 6 кург. 1 мог. у горы Березовой — кусок шлака, каменное сопло; в погр. 1 Синташтинского 3 — два глиняных сопла, поверхность которых украшена елочным орнаментом [Генинг В.Ф. и др., 1992. С. 337; Епимахов, 2002. Рис. 37, 11–12; с. 51; Халяпин, 2001. С. 419–421].

Данные по химическому составу изделий синташтинской культуры были получены по 95 изделиям, происходящим из могильников Кривое Озеро, Каменный Амбар 5, Синташтинский 2, Герасимовский 2 (табл. 2)¹. По своему составу металлические предметы распределяются на медь и сплавы на ее основе — 88,1 %, биллоны и серебро — 7,8 %, золото — 4,1 %. Серебро и биллоны использовались для изготовления украшений, прежде всего деталей наконечников — удлиненных ромбовидных подвесок, обоев, браслетов, золото — для округлых подвесок и подвесок в полтора оборота, медная основа которых обертывалась золотой фольгой. По данным Е.Н. Черных, доля биллонов в материалах Синташтинского могильника составляла до 10 % всех изделий [Chernykh, 1992. P. 250–251].

¹ Атомно-эмиссионный спектрометрический анализ проведен в лаборатории Института неорганической химии СО РАН. Приношу свою искреннюю признательность О.В. Шуваевой за предоставленную возможность использования результатов анализа.

**Результаты атомно-эмиссионных спектрометрических и спектральных анализов
металла синташтинской культуры***

Предмет	Номер рисун- ка	№ структ. анал.	№ спектр. анал.	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au
Мог. Синташта 2															
Браслет	65, 24	469	194	Осн.	6,5	0,08	0,04	<0,001	0,15	<0,01	0,4	0,02	0,005	<0,001	<0,001
Браслет	65, 21	470	195	Осн.	0,07	0,12	0,08	0,025	0,03	0,05	1,5	0,25	0,009	0,004	0,006
Браслет	65, 23	471	196	Осн.	0,15	0,03	1,8	0,008	0,13	0,2	0,4	0,05	0,004	0,003	0,005
Нож	52, 10	472	197	Осн.	0,02	0,03	0,2	<0,001	0,06	1,2	3,25	0,04	0,28	<0,001	0,008
Нож	46, 8	473	198	Осн.	<0,005	0,004	0,04	<0,001	0,02	0,02	1,65	0,12	0,09	0,003	0,01
Нож	46, 5	474	199	Осн.	0,005	0,03	0,1	0,003	0,075	<0,01	0,55	0,16	0,02	<0,001	0,005
Тесло	36, 1	475	200	Осн.	<0,005	0,001	0,02	0,004	0,025	<0,01	0,5	0,09	0,03	<0,001	<0,003
Игла	58, 43	476	201	Осн.	0,005	0,03	0,01	<0,001	0,02	0,0	1,0	0,1	0,02	<0,001	0,006
Крючок	57, 9	477	202	Осн.	0,03	0,01	0,02	0,004	0,05	0,02	2,5	0,08	0,07	<0,001	0,005
Нож	46, 2	478	203	Осн.	0,006	0,005	0,02	0,002	<0,005	<0,01	0,75	0,14	0,09	<0,001	<0,001
Стрела	61, 8	562	154	Осн.	<0,005	0,02	0,05	0,004	0,02	<0,01	0,18	0,35	0,003	<0,001	0,003
Стрела	61, 9	563	157	Осн.	<0,005	0,02	0,04	0,005	0,044	<0,01	0,23	0,45	0,02	<0,001	0,02
Стрела	61, 12	564	189	Осн.	0,08	0,015	0,025	<0,001	0,035	<0,01	0,18	0,07	0,005	<0,001	<0,001
Стрела	61, 10	565	190	Осн.	0,02	0,004	0,04	<0,001	0,13	<0,001	1,5	0,07	0,009	<0,001	0,005
Стрела	61, 11	566	191	Осн.	0,05	0,02	0,1	0,002	0,03	<0,01	0,18	0,15	0,01	<0,001	<0,001
Стрела	61, 13	567	192	Осн.	0,04	0,05	5	0,004	0,01	<0,01	1,65	0,02	<0,001	<0,001	0,006
Игла	58, 42	568	193	Осн.	2,5	0,008	0,04	<0,001	0,01	<0,01	1,65	0,05	0,05	0,007	0,005
Тесло	37, 6	569	155	Осн.	<0,005	0,009	0,1	0,001	0,12	0,05	0,4	0,5	0,09	0,003	0,003
Тесло	37, 8	570	156	Осн.	<0,005	0,01	0,06	0,03	0,044	<0,01	0,91	0,1	0,21	<0,001	0,004
Мог. Кривое Озеро															
Нож	43, 7	415	003	Осн.	0,002	0,01	0,01	0,002	0,015	0,02	0,12	0,2	0,02	0,0007	0,0006
Скоба	68, 22	416	004	Осн.	0,0005	0,003	0,008	0,0004	0,014	<0,01	0,06	0,08	0,01	<0,0005	<0,0003
Скоба	68, 21	417	005	Осн.	0,009	0,03	0,001	0,002	0,06	0,09	0,32	0,8	0,02	<0,0005	0,003
Нож	48, 10	419	007	Осн.	0,0005	0,003	0,003	0,0005	0,02	<0,001	0,4	0,3	0,01	<0,0005	0,002
Браслет	65, 28	420	272	Осн.	0,008	0,009	<0,001	0,002	0,09	<0,05	1,3	0,09	0,1	0,003	0,01
Браслет	65, 26	421	273	Осн.	1,4	0,87	0,05	0,01	0,22	0,07	0,3	0,06	0,04	<0,002	0,01
Браслет	65, 25	422	274	Осн.	0,02	0,004	0,09	0,001	0,02	0,01	6,9	0,11	0,3	0,002	0,02
Шило	58, 19	423	275	Осн.	<0,005	0,004	0,12	0,001	0,02	<0,05	2,2	0,11	0,55	0,003	0,01
Шило	58, 10	424	276	Осн.	0,009	0,007	0,18	0,002	0,04	0,22	2,9	0,14	0,25	0,004	0,02
Заклепка	68, 37	425	277	Осн.	<0,005	<0,005	0,15	0,002	0,02	<0,05	0,1	0,23	0,01	0,02	0,008
Заклепка	68, 32	426	278	Осн.	0,01	0,02	0,15	<0,001	0,05	0,04	1,1	0,15	0,25	<0,002	0,01
Нож	51, 14	427	279	Осн.	0,009	0,015	0,2	0,003	0,05	<0,05	1,1	0,15	0,25	0,004	0,01
Подвеска	65, 1	428	280	Осн.	0,01	<0,005	0,07	0,005	0,01	<0,05	0,2	0,12	0,03	<0,002	0,002
Скоба	68, 15	429	281	Осн.	0,007	0,008	<0,01	0,003	0,08	0,06	0,5	0,17	0,17	0,002	0,02
Скоба	68, 13	430	282	Осн.	<0,005	0,011	<0,01	0,001	0,006	<0,05	0,2	0,11	0,08	<0,002	0,009
Браслет	65, 20	431	283	Осн.	<0,005	0,52	0,2	0,004	0,02	<0,05	1,7	0,16	0,19	0,003	0,01
Тесло	36, 3	432	38504	Осн.	0,0072	0,002	0,001	0,0015	0,032	0,021	1,4	0,27	0,16	0,0032	0,0026
Нож	48, 3	433	38505	Осн.	0,006	0,001	—	0,0004	0,038	0,0021	0,035	0,054	0,012	0,0043	—
Нож	48, 16	434	38503	Осн.	0,022	0,001	0,001	—	0,058	0,014	1,2	0,2	0,16	0,0053	0,0012
Шило	58, 9	435	38507	Осн.	0,013	—	0,001	—	0,027	0,031	1,2	0,13	0,23	0,0029	0,0008
Бусина	65, 29	436	38508	Осн.	0,0072	0,0011	0,001	0,0004	0,089	0,015	0,54	0,024	0,07	0,0017	0,0012
Бусина	65, 29	437	38509	Осн.	0,0026	0,0012	0,001	0,0005	0,089	0,018	0,69	0,063	0,087	0,0017	0,0017
Бусина	65, 29	438	38510	Осн.	0,0022	0,0018	0,001	0,0006	0,089	0,013	0,79	0,039	0,064	0,0021	0,0017
Бусина	65, 29	—	38511	Осн.	0,0055	0,0022	0,001	0,0003	0,089	0,015	0,69	0,024	0,064	0,0014	0,0015
Бусина	65, 29	—	38512	Осн.	0,005	0,0025	0,0017	0,0006	0,089	0,017	0,69	0,054	0,064	0,0021	0,0024
Бусина	65, 29	—	38513	Осн.	0,0024	0,001	0,0012	0,0004	0,14	0,013	0,79	0,046	0,07	0,0024	0,0016
Бусина	65, 29	—	38514	Осн.	0,0016	0,0014	0,001	—	0,0055	0,0038	0,12	0,4	0,28	0,015	—
Бусина	65, 29	—	38515	Осн.	0,0026	0,0025	0,001	0,0004	0,032	0,012	0,79	0,02	0,064	0,0014	0,001
Бусина	65, 29	—	38516	Осн.	0,0024	0,001	0,0012	0,0003	0,023	0,012	0,42	0,017	0,052	0,0017	0,0011
Бусина	65, 29	—	38517	Осн.	0,0022	0,0025	0,0017	0,0008	0,076	0,015	1,0	0,024	0,052	0,0032	0,0022
Нож	46, 3	441	286	Осн.	0,02	<0,005	<0,01	0,004	0,06	<0,05	0,4	0,13	0,1	<0,002	0,011
Нож	48, 1	442	287	Осн.	0,01	0,006	<0,01	0,003	0,1	<0,05	0,3	0,08	0,04	0,008	<0,001
Шило	58, 41	443	288	Осн.	0,02	0,003	<0,01	0,001	0,04	<0,05	1,1	0,11	0,12	0,005	0,004
Браслет	65, 18	444	289	Осн.	0,4	0,009	<0,01	0,002	0,09	0,11	2,2	0,2	0,16	<0,002	0,02
Скоба	68, 31	446	291	Осн.	0,01	0,011	0,14	0,001	0,04	0,1	0,8	0,11	0,09	<0,002	0,01
Шило	58, 38	447	292	Осн.	0,04	0,008	0,01	0,001	0,05	0,06	0,7	0,11	0,06	<0,002	0,01
Шило	58, 11	448	293	Осн.	0,07	0,006	0,18	0,001	0,02	0,05	1,6	0,13	0,11	0,002	0,02
Скоба	68, 12	449	294	Осн.	0,032	0,005	0,01	0,001	0,03	0,05	0,2	0,11	0,02	<0,002	0,007
Скоба	68, 14	450	295	Осн.	0,01	0,005	0,04	0,001	0,02	0,05	1,0	0,07	0,11	0,003	0,01
Бусина	65, 28	533	272a	Осн.	0,007	0,009	0,002	0,002	0,09	<0,05	1,4	0,09	0,09	0,003	0,01
Мог. Каменный Амбар 5															
Тесло	37, 23	617	115	Осн.	<0,005	0,002	<0,01	0,003	0,002	<0,01	0,1	0,25	0,08	<0,001	0,005
Шило	58, 36	618	116	Осн.	<0,005	<0,005	0,4	0,01	0,009	<0,01	0,18	0,24	0,09	<0,001	<0,001

Химико-металлургические группы металла синташтинской культуры

Окончание т а б л . 2

Предмет	Номер рисунка	№ структур. анал.	№ спектр. анал.	Cu	Sn	Pb	Zn	Bi	Ag	Sb	As	Fe	Ni	Co	Au
Шило	58, 7	619	117	Осн.	0,03	<0,005	0,02	0,008	0,006	<0,01	0,6	0,12	0,1	<0,001	0,01
Булавка	65, 32	620	118	Осн.	0,03	<0,005	0,4	0,006	0,02	<0,01	0,015	0,46	0,008	<0,001	0,005
Игла	58, 44	621	119	Осн.	<0,005	<0,005	<0,01	<0,001	0,005	<0,01	0,35	0,08	0,04	<0,001	<0,001
Серп	41, 17	622	120	Осн.	<0,005	0,005	0,07	0,01	0,03	0,05	0,13	0,07	0,05	0,002	<0,001
Тесло	37, 9	623	121	Осн.	0,005	0,06	0,01	0,001	0,02	<0,01	0,1	0,25	0,01	<0,001	<0,001
Шило	58, 3	624	122	Осн.	0,007	0,007	0,08	0,005	0,06	<0,01	0,36	0,07	0,14	<0,001	0,001
Нож	51, 2	625	123	Осн.	<0,005	<0,005	0,015	0,004	0,02	<0,01	0,45	0,2	0,14	<0,001	0,003
Нож	51, 10	626	124	Осн.	0,06	0,005	0,06	<0,001	0,05	0,02	1,1	0,5	0,33	<0,001	0,003
Тесло	37, 11	627	125	Осн.	0,02	0,05	0,05	0,03	0,27	0,03	0,55	0,42	0,14	<0,001	0,005
Нож	51, 17	628	126	Осн.	<0,005	<0,005	0,04	0,005	0,35	<0,01	0,9	0,45	0,06	<0,001	0,02
Тесло	37, 12	629	127	Осн.	<0,00	0,007	0,08	0,04	0,018	<0,01	0,72	0,1	0,09	<0,001	<0,001
Копье	61, 5	630	128	Осн.	0,007	0,02	0,03	<0,001	0,02	<0,01	0,34	0,05	0,08	<0,001	<0,001
Нож	48, 8	631	129	Осн.	<0,005	<0,005	0,04	0,001	0,06	<0,01	0,65	0,25	0,86	0,006	<0,001
Нож	48, 6	632	130	Осн.	0,008	<0,005	0,05	<0,001	0,01	<0,01	0,03	0,22	0,03	<0,001	<0,001
Браслет	65, 22	633	131	Осн.	5,1	0,09	0,12	0,015	0,13	<0,01	0,24	0,03	0,09	<0,001	0,03
Игла	58, 37	634	132	Осн.	0,015	0,002	0,25	<0,001	0,003	<0,01	0,68	0,08	0,48	<0,001	<0,001
Нож	51, 16	635	133	Осн.	0,045	<0,005	0,22	<0,001	0,06	<0,01	0,58	0,2	0,08	<0,001	<0,001
Тесло	37, 22	636	134	Осн.	0,03	<0,005	0,02	<0,001	0,004	<0,01	0,15	0,17	0,04	<0,001	<0,001
Скоба	68, 28	637	135	Осн.	<0,005	<0,005	0,04	<0,001	0,007	<0,01	0,05	0,11	0,14	<0,001	<0,001
Стержень	68, 39	638	136	Осн.	0,03	<0,005	0,06	<0,001	0,002	<0,01	<0,03	0,23	<0,005	<0,001	<0,001
Скоба	68, 11	639	137	Осн.	<0,005	<0,005	0,025	<0,001	0,01	<0,01	0,45	0,24	0,44	0,002	<0,001
Нож	43, 2	640	138	Осн.	0,008	<0,005	0,015	<0,001	0,003	<0,01	0,18	0,2	0,05	<0,001	<0,001
Долото	41, 3	641	139	Осн.	<0,005	<0,005	0,05	<0,001	0,004	<0,01	0,6	0,04	0,19	<0,001	<0,001
Шило	58, 12	642	140	Осн.	0,025	<0,005	0,03	<0,001	0,02	<0,01	0,7	0,25	0,96	<0,001	<0,001
Скоба	68, 20	643	141	Осн.	<0,005	<0,005	0,03	0,001	0,06	<0,01	0,94	0,27	0,23	0,003	<0,001
Тесло	37, 21	644	142	Осн.	0,04	<0,005	0,08	<0,001	0,006	<0,01	3	0,2	0,12	0,002	<0,001
Шило	58, 8	645	143	Осн.	0,02	0,007	0,03	<0,001	0,005	<0,01	0,35	0,24	0,1	<0,001	<0,001
Крючок	57, 11	646	144	Осн.	0,05	0,006	0,13	0,002	0,01	<0,01	0,17	0,1	0,07	0,002	0,004
Спираль	65, 30	647	145	Осн.	0,005	0,005	0,04	<0,004	0,02	<0,01	0,17	0,24	0,05	0,001	0,001
Чекан	41, 1	648	146	Осн.	0,035	0,002	0,22	<0,001	0,02	<0,01	0,46	0,5	0,1	0,003	<0,001
Бляшка	65, 31	649	147	Осн.	8,2	5	4,6	0,01	0,32	<0,01	0,2	0,34	0,18	<0,001	<0,001
Скоба	68, 10	650	148	Осн.	0,17	0,05	0,12	0,008	0,007	<0,01	0,12	0,24	0,02	<0,001	0,01
Шило	58, 31	651	149	Осн.	<0,005	<0,005	0,043	0,006	0,004	<0,01	0,65	0,095	0,2	<0,001	0,003
Мог. Герасимовка 2															
Нож	52, 3	505	309	Осн.	0,02	0,006	0,6	0,001	0,02	0,05	2,3	0,11	0,1	0,002	0,008

* Результаты анализов с трехзначными номерами были получены в лаборатории Института неорганической химии СО РАН, с пятизначными — в лаборатории естественно-научных методов ИА РАН.

Медь и сплавы на ее основе подразделяются на девять металлургических групп: чистой меди, двойных сплавов — мышьяковой бронзы, латуней — сплава меди с цинком, а также сложных трех-, четырех-, пятикомпонентных сплавов — оловянно-мышьяковых, свинцово-мышьяковых, сурьянно-мышьяковых, цинково-мышьяковых, оловянно-свинцово-мышьяковых и так называемой морской латуни (с лигатурой олово, свинец, цинк, мышьяк; рис. 2). В качестве нижнего порога легирования сплава мышьяком нами принята условная величина > 0,1 %, в связи с тем, что на гистограмме распределения концентраций примесей As достаточно отчетливо видна совокупность анализов с границами в интервале от 0,1 до 3 %, при этом свыше 80 % предметов имеют концентрации As до 1,5 % (рис. 3). Для прочих лигатур граница выше: для Sn, Pb, Zn — > 0,5 %, для Sb — > 1,0 %.

Главной целью синташтинских металлургов было получение мышьяковых сплавов, главным образом низколегированных, поскольку в последующей технологии преобладало получение не полностью литых изделий, а литых с кузнечной ковкой. Ведущей металлургической группой безусловно являются бинарные сплавы медь-мышьяк, их доля составляет 79,9 % от общего количества проанализированных изделий (76 предметов с концентрацией мышьяка в пределах 0,1–6,9 %). Вместе с тем мышьяк присутствует практически во всех видах упомянутых сплавов. С учетом количества предметов, изготовленных из многокомпонентных сплавов, реальная доля сплавов, в которых присутствует мышьяк, доходит до 92,6 %. Мышьяковые бронзы синташтинской культуры относятся к категории низколегированных — 88,1 % изделий имеют в своем составе примесь мышьяка до 1,5 %. Всего шесть предметов содержат концентрации As от 1,5 до 3,5 %, и только один браслет легирован мышьяком в пределах 6,9 %.

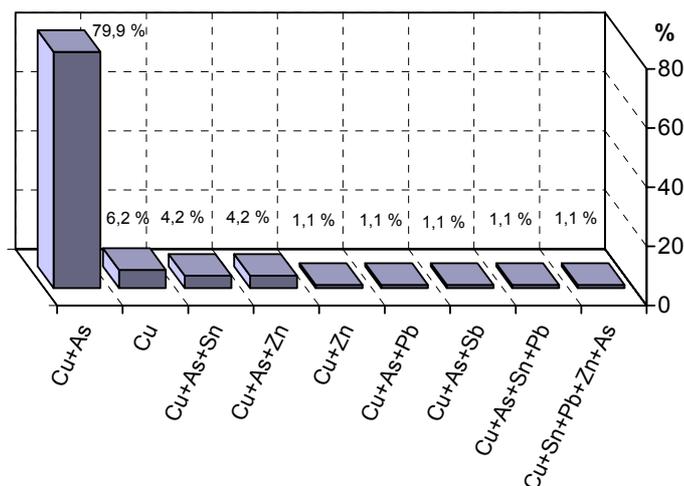


Рис. 2. Распределение металлургических групп цветного металла в металле синташтинской культуры

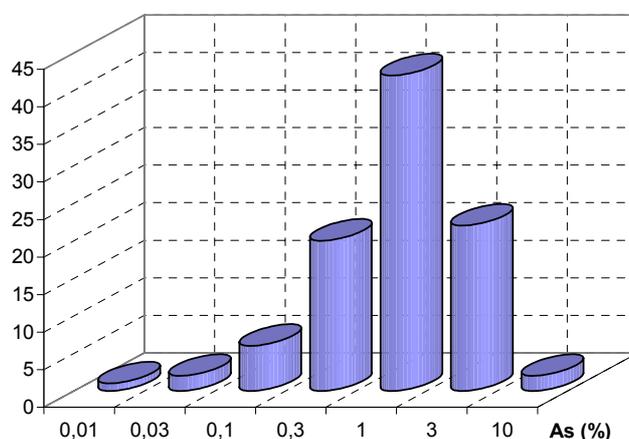


Рис. 3. Распределение концентраций примеси As в металле синташтинской культуры

Группа чистой меди незначительна, насчитывает 6 предметов, в числе которых скобы, заготовка, два ножа и наконечник стрелы (6,2 %). В группе оловянно-мышьяковых бронз четыре изделия (4,2 % от общего количества): 2 браслета, нож, игла. Концентрации мышьяка в предметах находятся в пределах от 0,12 до 2,2 %, олова несколько выше, от 0,4 до 6,5 %. Из мышьяково-цинковой бронзы отлито четыре изделия — браслет, наконечник стрелы, нож, шило (4,2 % от общего количества проанализированных изделий). Примеси As низкие, находятся в пределах от 0,18 до 1,65 %. Концентрации цинка варьируют от 0,4 до 5 %. Один полуфабрикат-заготовка отлит из латуни с концентрацией цинка в пределах 0,4 %. Оставшиеся четыре металлургические группы — Cu + As + Pb, Cu + As + Sb, Cu + As + Sn + Pb, Cu + Sn + Pb + Zn + As — насчитывают всего по одному предмету. Из мышьяково-свинцовой и мышьяково-оловянно-свинцовой бронзы изготовлено два браслета с концентрациями мышьяка 0,3–1,7 %, свинца 0,57–0,87 %, олова 1,4 %. Мышьяково-сурьмяная бронза (As — 3,25 %, Sb — 1,2 %) использовалась для отливки ножа. Из четырехкомпонентной бронзы, содержащей присадки олова, свинца и цинка, изготовлена бляшка (концентрации соответственно 8,12; 5; 4,6). Мышьяк содержится в количестве 0,2 %. Подобные сплавы в специальной технической литературе называют морскими латунями, поскольку введение легирующих добавок олова и цинка повышает сопротивление коррозии в морской воде [Гуляев, 1977. С. 609].

Сплавы меди с цинком — латуни были достаточно редким явлением в культурах бронзового века. Так, по данным Е.Н. Черных, в культурном слое пос. Мешоко майкопской культуры был

Химико-металлургические группы металла синташтинской культуры

найден обломок пронизи из цинка, которая являлась самой ранней находкой из известных на территории бывшего СССР [Черных, 1966. С. 37]. Несколько изделий из латуни и мышьяково-цинковой бронзы известны в погребениях катакомбной культуры [Гак, 2005. С. 18–19]. Высокое содержание цинка — 1 % было характерно для слитка из мог. Верхняя Алабуга [Кузьминых, Черных, 1985. С. 350]. Повышенные концентрации цинка в пределах 0,2–0,68 % содержит примерно треть орудий, происходящих из культового комплекса Шайтанское Озеро 2, в котором более 130 предметов сейминского-турбинского типов сопровождалась керамикой коптяковского облика [Сериков и др., 2008. С. 342]. Аналитические исследования этого металла методом рентгено-флуоресцентного анализа были проведены в лаборатории естественно-научных методов ИА РАН. При этом в ряде предметов отмечены повышенные концентрации никеля — 0,2–0,3 %, а также мышьяка — 0,1–1 % [Луныков и др., 2009. С. 103–106; Сериков и др., 2009. С. 71–72]. Памятник находится рядом с двумя группами месторождений, Пышминско-Ключевскими и Шайтанскими рудниками. Березовский рудник Шайтанской группы в составе руды имеет цинковую обманку и свинцовые соединения. Рудные минералы Пышминско-Ключевской группы представлены халькопиритом, халькозином, борнитом, в то время как верхние горизонты содержат окисленные руды. Вполне логичным представляется вывод об использовании этих месторождений меди, что и отразилось в качественном своеобразии состава металла медных и бронзовых изделий.

В Восточной Сибири технология получения латуней становится известной уже в карасукскую эпоху благодаря освоению окисленных зон месторождений полиметаллических руд. Так, лугавские мышьяково-цинковые бронзы были явно искусственного происхождения, по мнению С.В. Кузьминых, при плавке к готовой меди добавлялись минералы с высоким содержанием цинка [Бобров и др., 1997. С. 51]. Достаточно высока была доля латуней с концентрациями цинка, достигающими до 3–10 %, в металле раннего железного века в Прибайкалье, Забайкалье, в тагарских бронзах Хакасско-Минусинской котловины [Сергеева, 1981. С. 24–24, 32, 41]. Скачкообразность концентраций цинка в сплавах Н.Ф. Сергеева объясняет присутствием минералов цинка в исходной медной руде. Поскольку цинковые руды в природе почти не встречаются, соединения ZnS обычно входят в состав полиметаллических руд, из которых цинк при неполной возгонке переходил в жидкий металл [Сергеева, 1981. С. 52]. Украшения из латуни или с покрытием из нее известны также в саргатских погребальных комплексах Тоболо-Ишимья [Дегтярева, Шуваева, 2008. С. 29–30]. Массовое распространение сплавов с цинком начинается в Восточной Европе лишь в начале I тыс. н.э.

Полученные нами данные по распределению металлургических групп синташтинского металла вполне соотносятся с результатами спектроаналитического изучения инвентаря Синташтинского могильника, приведенными Е.Н. Черных. В лаборатории естественно-научных методов ИА РАН было исследовано около 120 образцов металлических изделий из Синташтинского большого могильника. Среди выделенных металлургических групп преобладающей была группа мышьяковой бронзы — до 80 % изделий. Доля чистой меди составляла 5 %, оловянной бронзы — до 7 % [Chernykh, 1992. P. 250].

Определенное сходство по химико-металлургическим показателям намечается между синташтинским и катакомбным металлом. Исследование металлообработки катакомбных племен степного Предкавказья, Нижнего Дона и Северского Донца, проведенное Е.И. Гаком, позволило ему вычленить в катакомбном металле семь химико-металлургических групп. В их числе изделия из чистой меди (5 % выборки), серебра (3,8 %), двух- и трехкомпонентных сплавов на основе меди — Cu + As (83,5 %), Cu + Zn (2,8 %), Cu + As + Pb (0,6 %), Cu + As + Sb (2,2 %) Cu + As + Zn (2,2 %) [Гак, 2005. С. 18–19]. Сходство проявляется в преобладании низколегированных (до 6 %) мышьяковых бронз, используемых для получения орудий труда, наличии небольшой группы сплавов, легированных цинком, свинцом и сурьмой. Вместе с тем в катакомбном металле отсутствуют группы с лигатурой олова, которые в небольшом количестве имеются в синташтинском инвентаре.

Таким образом, в погребальных синташтинских комплексах доминировала мышьяковая бронза (79,9 % изделий), легированная мышьяком с низкими концентрациями до 1,5 %, в единичных случаях до 7 %. Доля чистой меди среди погребального металлического инвентаря составляла по нашим данным 6,2 %. Незначительно было также количество оловянных бронз — в пределах 5,3 % с учетом изделий из многокомпонентных сплавов, в целом не характерных для синташтинского металлопроизводства, которые шли в основном на изготовление украшений — браслетов, подвесок, а также иглы, ножа. Наличие небольшой серии оловянных бронз объяс-

няется контактами с турбинскими и петровскими племенами, которые являлись основными посредниками в распространении оловянной лигатуры. Группа мышьяковых бронз представлена почти исключительно орудиями труда и украшениями, в то время как в среде украшений доминируют низколегированные оловянные бронзы. Двух- и трехкомпонентные сплавы, содержащие цинк, не были характерны для очагов Евразийской металлургической провинции — их доля составляла около 6,2 %. Судя по наличию подобных сплавов в материалах мог. Верхняя Алабуга, культового комплекса Шайтанское Озеро 2, позднее — в погребениях саргатской культуры Притоболья, источником цинка вполне могли быть местные медно-цинковые месторождения Южного и Среднего Зауралья Кыштымской, Пышминско-Ключевской групп.

Рецептура синташтинских сплавов почти идентична технологическим особенностям изготовления катакомбных бронз степного Предкавказья, Нижнего Дона. Сходство проявляется в преобладании низколегированных (до 6 %) мышьяковых бронз, используемых для получения орудий труда, наличии небольшой группы сплавов, легированных цинком, свинцом и сурьмой. Вместе с тем в катакомбном металле отсутствуют группы с лигатурой олова, которые в большом количестве имеются в синташтинском инвентаре.

Аналитическое изучение кусков руды и металлургических шлаков, происходящих из слоя синташтинских поселений, показало (С.А. Григорьев, В.В. Зайков), что древние металлурги использовали, наряду с рудами из зон окисления медно-колчеданных месторождений с большим содержанием меди (малахит, куприт), также мышьяково-никельсодержащие залежи. К числу последних могут быть отнесены кобальт-медноколчеданные руды, содержащие в продуктах окисления повышенные концентрации мышьяка и никеля. Возможно, разрабатывались также сульфидные руды в серпентинитах и кварцевых жилах — халькозин, халькопирит, теннантит, борнит. Косвенным свидетельством в пользу этого факта может служить и пространственная приуроченность основных массивов металлических изделий. Ареал синташтинского металла приближен к различным зауральским группам месторождений: Таш-Казган, Никольское, Воронская яма, Ишкининское, Гаевское, Ивановское. Основные группы мышьяковой бронзы, или меди, по Е.Н. Черных, связаны с территорией Южного Зауралья, в культурном плане с синташтинской культурой (см. рис. 1 [Черных, 2007. Рис. 5.6]). Именно отсюда — из зоны с рудными месторождениями расходился этот металл в виде готовых изделий, полуфабрикатов и полосовых слитков к потаповским, донским абашевским, петровским притобольским племенам. Кстати, подобные полосовые заготовки-слитки, содержащие концентрации легирующих компонентов — As и Sn от 0,5–2 до 14–15 %, известны по материалам поселений Кулевчи 6, Устье, Убаган, в то время как подавляющее большинство черновых и рафинированных слитков и заготовок представляли собой чистую окисленную медь и медь с примесями [Дегтярева и др., 2001. С. 48–49]. По всей видимости, синташтинские литейщики также могли распространять металл в виде подобных слитков и заготовок. Скорее всего, именно синташтинским горнякам и металлургам принадлежало основное производство и поставка этого важного в инновационном плане металла прежде всего приуральским абашевским племенам, в значительно меньшей степени абашевцам Поволжья и Подонья. В то же время мышьяковая бронза в малом количестве поступала к петровским популяциям, у которых доминировали чистая медь и низколегированные оловянные бронзы. При этом орудия явно синташтинского морфологического типа, найденные в петровских погребениях Верхняя Алабуга, Кривое Озеро, были также изготовлены из оловянной бронзы, реже из мышьяковой бронзы и чистой меди.

Синташтинские металлурги вполне целенаправленно и адекватно подбирали для плавки смешанные руды как окисленные, так и медно-арсенидные. Видимо, им было известно, что руды, обогащенные этим элементом, нейтрализуют вредоносное действие примесей кислорода, уменьшают окисляемость меди, препятствуя образованию хрупких окислов. Искусством выплавки меди из окисленных руд они не владели, поскольку по структурным данным синташтинских коллекций нами не зафиксировано ни одного подобного случая (в отличие от абашевских и петровских металлургов Подонья, Южного Зауралья, Центрального Казахстана, которые умели выплавлять медь подобной марки). При этом их главной целью было получение мышьяковых сплавов, главным образом низколегированных, поскольку в последующей технологии преобладало получение не полностью литых изделий, а литых с кузнечной ковкой.

Изготовление орудий труда осуществлялось из бронзы, легированной мышьяком от 0,5 до 3 %, при этом обнаружена высокая степень корреляции между содержанием мышьяка и функциональным назначением предмета, что говорит о возможности получения синташтинскими масте-

Химико-металлургические группы металла синташтинской культуры

рами металла с определенными свойствами. Доминирующими были схемы металлообработки, направленные на получение литых изделий с последующей доработкой или в процессе кузнечной формовки литых заготовок при низких температурах 400–500 °С, реже при температуре обработки 600–700 °С. При этом предпочтение отдавалось режимамковки металла низкотемпературным — 400–500 °С либо по холодному металлу. Только треть предметов ковали при высоких температурах — 600–700 °С. Таким образом, кузнецы-литейщики были прекрасно осведомлены о высокой летучести паров мышьяка, в связи с чем предпочтение при нагревах отдавали низким температурам.

Следует признать, что господствующими в синташтинском металлопроизводстве были кузнечные технологии. Получение полностью готовых изделий в формах и литье с косметической проковкой лезвий фиксировалось крайне редко. Синташтинские литейщики следовали своим традиционным технологическим принципам с преобладанием кузнечных схем, скорее всего по этой причине ими так и не было освоено сложное литье с тонким фасонным профилем. При изготовлении только трети орудий труда использовали схему предварительного литья предмета в форме, которое затем проковывали с использованием средних степеней обжатия до 60–70 % (тесла, ножи). Следует также отметить относительно небольшую распространенность приема упорочнения рабочих окончаний орудий, а также использование сварки в сочетании с ковкой.

Для структурной характеристики синташтинского металлургического очага более подходит определение по классификации В.М. Массона, как общинного ремесла с высокопрофессиональной продукцией [1976. С. 182]. При этом, по его мнению, показательно появление большого числа высококачественных изделий, изготовленных с использованием приемов профессиональной технологии, а специфическую сущность общинного ремесла составляло выделение мастеров-профессионалов. Отсутствие точных данных о планиграфическом распределении на территории синташтинских поселений комплексов, в которых осуществлялась выплавка металла из руды или же вторичная переработка самого металла с получением уже готовых изделий, а также полуфабрикатов, не позволяет в полной мере охарактеризовать производственную структуру синташтинского металлопроизводства. Но вместе с тем и нельзя согласиться с точкой зрения С.А. Григорьева о домашнем облике металлургии синташтинцев и всеобщей распространенности по территории поселений плавильных печей, поскольку система критериев отнесения печей к плавильным устройствам отсутствовала, а сами доказательства были приведены только в двух случаях. Судя по масштабам распространения мышьяковой бронзы в западном, северо-восточном направлении, деятельность литейщиков-кузнецов не ограничивалась только рамками племенных группировок, металл производился и для нужд других территориальных объединений — абашевских, потаповских, в меньшей степени — петровских, покровских популяций. На наш взгляд, подобные масштабы деятельности совместимы не с домашним характером производства, а именно с выделенным общинным ремеслом, с деятельностью наследственных кланов мастеров с существованием, по меньшей мере, двухуровневой структуры — горняки-металлурги и литейщики-кузнецы. Строгая кодификация деятельности мастеров отчасти получила отражение и в приверженности к стандартизированным оптимальным схемам изготовления инвентаря.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Авилова Л.И. Металл Ближнего Востока: Модели производства в энеолите, раннем и среднем бронзовом веке. М.: Памятники исторической мысли, 2008. 227 с.

Бобров В.В., Кузьминых С.В., Тенейшвили Т.О. Древняя металлургия Среднего Енисея (лугавская культура). Кемерово: Кузбассвуиздат, 1997. 99 с.

Виноградов Н.Б. Могильник бронзового века Кривое Озеро в Южном Зауралье. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2003. 362 с.

Гак Е.И. Металлообрабатывающее производство катакомбных племен степного Предкавказья, Нижнего Дона и Северского Донца: Автореф. дис. ... канд. ист. наук. М.: МГУ, 2005. 27 с.

Генинг В.Ф., Зданович Г.Б., Генинг В.В. Синташта: Археологические памятники арийских племен урало-казахстанских степей. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1992. 408 с.

Григорьев С.А. Металлургическое производство на Южном Урале в эпоху средней бронзы // Древняя история Южного Зауралья. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. Т. 1. С. 444–523.

Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1977. 647 с.

А.Д. Дегтярева

- Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В., Орловская Л.Б. Металлопроизводство петровских племен (по материалам поселения Кулевчи 3) // ВВАЭ. 2001. Вып. 3. С. 23–54.
- Дегтярева А.Д., Шуваева О.В. Бронзовые украшения могильника Чепкуль 9 // ВВАЭ. 2008. № 9. С. 22–31.
- Епимахов А.В. Южное Зауралье в эпоху средней бронзы. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. 170 с.
- Зайков В.В. Каменная летопись Аркаима и «страны городов» // Аркаим: Исследования. Поиски. Открытия. Челябинск: ТО «Каменный пояс», 1995. С. 91–106.
- Зайков В.В. Аркаим и геоархеологические странствия. Миасс: б/и, 2007. 200 с.
- Зайков В.В., Юминов А.М., Котляров В.А., Таиров А.Д., Епимахов А.В., Зданович Д.Г. Микровключения минералов в металлах и шлаках как индикаторы минерально-сырьевой базы древних обществ // Труды II (XVIII) Всероссийского археологического съезда в Суздале. М.: ИА РАН, 2008а. Т. 1. С. 403–405.
- Зайков В.В., Котляров В.А., Зайкова Е.В. Состав металлических включений в древних шлаках Южного Урала // Там же. 2008б. С. 400–402.
- Зданович Г.Б., Малютина Т.С. Поселение Берсуат // XV Уральское археологическое совещание. Оренбург: ООО «Оренбургская губерния», 2001. С. 74–75.
- Кашкай М.А., Селимханов И.Р. Из истории древнейшей металлургии Кавказа. Баку, 1973.
- Кузьминых С.В., Черных Е.Н. Спектроаналитическое исследование металла бронзового века лесостепного Притобольшья // Потемкина Т.М. Бронзовый век лесостепного Притобольшья. М.: Наука, 1985. С. 346–367.
- Луньков В.Ю., Орловская Л.Б., Кузьминых С.В. Рентгено-флуоресцентный анализ: Начало исследований химического состава древнего металла // Аналитические исследования лаборатории естественнонаучных методов. М.: ИА РАН, 2009. Вып. 1. С. 84–110.
- Массон В.М. Экономика и социальный строй древних обществ. Л.: Наука, 1976. 192 с.
- Пазухин В.А. О происхождении древней мышьяковой меди // Изв. АН СССР. Металлургия и горное дело. 1964. № 1.
- Равич И.Г., Рындина Н.В. Древние сплавы медь-мышьяк и проблемы их использования в бронзовом веке Северного Кавказа // Вестн. МГУ им. М.В. Ломоносова. Сер. 8. История. 1999. № 4. С. 77–98.
- Рындина Н.В., Равич И.Г. Естественнонаучные подходы к изучению проблемы происхождения и свойств мышьяково-никелевых бронз майкопской культуры Северного Кавказа // Труды II (XVIII) Всероссийского археологического съезда в Суздале. М.: ИА РАН, 2008. Т. 1. С. 335–337.
- Сергеева Н.Ф. Древнейшая металлургия меди юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. 152 с.
- Серигов Ю.Б., Корочкова О.Н., Кузьминых С.В., Стефанов В.И. Бронзовый век Урала: Новые перспективы // Труды II (XVIII) Всероссийского археологического съезда в Суздале. М.: ИА РАН, 2008. Т. 1. С. 341–346.
- Серигов 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. С. 67–78.
- Халяпин М.В. Первый бескурганый могильник синташтинской культуры в степном Приуралье // Бронзовый век Восточной Европы: Характеристика культур, хронология и периодизация. Самара: Изд-во ООО «НТЦ», 2001. С. 417–425.
- Черных Е.Н. История древнейшей металлургии Восточной Европы // МИА. 1966. № 132. 144 с.
- Черных Е.Н. Древнейшая металлургия Урала и Поволжья // МИА. 1970. № 172. 180 с.
- Черных Е.Н. Каргалы: Феномен и парадоксы развития. Каргалы в системе металлургических провинций. Потаенная (сакральная) жизнь архаичных горняков и металлургов // Каргалы. М.: Языки слав. культуры, 2007. Т. 5. 200 с.
- Черных Е.Н., Авилова Л.И., Орловская Л.Б., Кузьминых С.В. Металлургия в циркумпонтийском ареале: От единства к распаду // ПА. 2002. № 1. С. 5–23.
- Budd P., Gale D., Pollard A.M., Thomas R.G. The early Development of Metallurgy in the British Isles // Antiquity. 1992.
- Chernykh E.N. Ancient metallurgy in the USSR. Cambridge: University press, 1992. 335 P.
- Eaton E.R., McKerrell H. Near Eastern alloying and some textual evidence for the early use of arsenical copper // World Archaeology. 1976. Vol. 8. № 2. P. 169–191.
- Lechtman H. Arsenic bronze: Dirty copper or choosen alloy? A view from the America // Journ. Field Archeology. 1996. № 3.
- McKerrel Y., Tylekote R.F. The Working of Copper-Arsenic Alloys // Proceeding of Prehistoric Society. L., 1972.
- Rovira S. La Metalurgia Americana: Analisis tecnologico de Materiales prehispanicos y colonials. Madrid, 1990.
- Tylecote R.F. A History of Metallurgy. L., 1976. 39 p.

Тюмень, ИПОС СО РАН

The article is devoted to studying chemical composition of non-ferrous metal of Sintashta culture in the early II-nd millennium B.C., basing on the materials of burial places of Krivoye Ozero, Kamenny Ambar 5, Sintashta II, Gerasimovka 2. The data of atomic-emission spectrometric analysis fixed the application of binary alloys, as well as complex three- four- and five-component bronzes with arsenic, tin, lead, zinc, and antimony hardeners. The

Химико-металлургические группы металла синташтинской культуры

binary alloys of copper and arsenic served as a leading (about 80 %) metallurgic group, as to multi-component alloys containing arsenic, a share of arsenic bronzes reaches 93 %. The area of Sintashta metal is related to different groups of fields in the high Urals basin: Tash-Kazgan, Nikolskoye, Vorovskaya Yama, Ishkinino, Gayevo, Ivanovka. For casting, they purposefully selected both oxidized (malachite, cuprite) and arsenic- and nickel-containing deposits of the south High Urals basin.

Sintashta culture, south High Urals basin, Bronze Age, non-ferrous metal working, metallurgic groups.