



Научная статья

УДК 903.05

DOI: <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2022-4-34-43>

Литьё из «чистой» меди в бронзовом веке Западного Забайкалья (на примере котла скифского типа)

Александр Ильич СимухинИнститут монголоведения, буддологии и тибетологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия,
simukhin.alexander@imbt.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6274-648X>

Аннотация. Население бронзового века Забайкалья оставило после себя археологические памятники и артефакты, свидетельствующие о появлении в регионе металлообработки меди во II тыс. до н. э. Археологические изделия из «чистой» меди в большей части ассоциируются с простейшими предметами ранней стадии освоения металла человеком, выполненными в технике холоднойковки. Период раннего бронзового века в Прибайкалье и Забайкалье связан с Глазковской культурой, датируемой XVIII–XIII вв. до н. э. Однако проведенные нами исследования химического состава изделий из цветного металла выявили экспонаты, отлитые из меди без лигатуры в более поздний период. В качестве примера в статье приведены данные элементного состава котла скифского типа (V–III вв. до н. э.) из фонда Музея Бурятского научного центра. Котел является уникальным для археологии Западного Забайкалья, информация о нем была опубликована автором ранее, при этом информация о широком диапазоне элементного состава металла публикуется впервые. Анализы проводились в разное время с помощью портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра Tracer 5i компании Bruker и сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM 3000 с приставкой Bruker Quantax70 для проведения элементного анализа на основе энергодисперсионной спектроскопии (SEM-EDX). Также на основе предшествующих исследований состава древней бронзы проведен небольшой обзор наличия в сплавах таких элементов, как алюминий, кремний и предположена вероятность их появления. Представлены факты литья котлов из «чистой» меди из коллекций эпохи бронзы в Западном Забайкалье и сопредельных территориях.

Ключевые слова: Западное Забайкалье, бронзовый век, металлообработка, литье, медь, бронза, примесь, элементный состав, энергодисперсионная спектроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания (проект «Историческое пространство монгольского мира: археологические культуры, общества и государства», № 121031000241-1).

Для цитирования: Симухин А. И. Литьё из «чистой» меди в бронзовом веке Западного Забайкалья (на примере котла скифского типа) // Известия Лаборатории древних технологий. 2022. Т. 18. № 4. С. 34–43. <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2022-4-34-43>

Original article

Casting from “pure” copper in the Bronze Age of the Western Transbaikalia (on the example of a cauldron of the “Scythian” type)

Alexander I. SimukhinInstitute for Mongolian, Buddhist and Tibetan Studies SB RAS, Ulan-Ude, Russia,
simukhin.alexander@imbt.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6274-648X>

Abstract. The population of the Bronze Age of Transbaikalia left behind archaeological sites and artifacts that testify to the appearance of copper metalworking in the region in the 2nd millennium BC. Archaeological finds made of “pure” copper, for the most part, are associated with the simplest objects of the early stage of human acquaintance with metal, made using the cold forging technique. The period of the Early Bronze Age in the Baikal region is associated with the Glazkovo culture (18th–13th centuries BC). However, our studies of the chemical composition of non-ferrous metal products revealed exhibits cast from copper without ligature in a later period. As an example, the article presents data on the elemental composition of a “Scythian” type cauldron (V–III centuries BC) from the fund of the Museum of the Buryat scientific center. The cauldron is unique for the archeology of Western Transbaikalia and was published by the author earlier, while a wide range of the elemental composition of the metal is published for the first time. The anal-

© Симухин А. И., 2022

yses were carried out at different times using Bruker Tracer 5i Portable X-ray fluorescence (XRF) spectrometer and Hitachi TM 3000 scanning electron microscope with Bruker Quantax70 prefix for elemental analysis based on energy dispersive spectrometry (SEM-EDX). The question of the presence in ancient bronze alloys of such elements as aluminum and silicon is considered. Based on previous studies of the composition of ancient bronze, a small review of the presence of elements such as aluminum, silicon in alloys was carried out and the probability of their occurrence was stated. The facts of casting cauldrons from “pure” copper from the collections of the Bronze Age in Western Transbaikalia and adjacent territories are presented.

Keywords: Western Transbaikalia, Bronze Age, metalworking, casting, copper, bronze, impurity, elemental composition, SEM-EDX, XRF

Acknowledgements: the research was carried out within the state assignment (project “Historical Space of the Mongolian World: Archaeological Cultures, Societies and States”, № 121031000241-1).

For citation: Simukhin A. I. (2022) Casting from “pure” copper in the Bronze Age of the Western Transbaikalia (on the example of a cauldron of the “Scythian” type). *Izvestiya Laboratorii drevnikh tekhnologii = Reports of the Laboratory of Ancient Technologies*. Vol. 18. No. 4. P. 34-43. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2022-4-34-43>

Введение

Забайкальская земля богата полезными ископаемыми, среди которых есть различных масштабов месторождения меди, олова, свинца и других элементов, используемых как в древней, так и современной металлургии. Обработка первого металла в Забайкалье и Прибайкалье связана с глазковской культурой, в материалах которой преобладают изделия из медной руды без примеси, менее представительны оловянистые и мышьяковистые бронзы, обнаруженные в могильнике Фофаново (Герасимов, Черных, 1975). Для археологических культур Забайкалья эпохи бронзы характерно применение одиннадцати типов сплавов. Из них наиболее распространенными являются оловянистые бронзы (I тип), широко бытуют «чисто» медные изделия (VII тип), мышьяковистые (II тип) и свинцовые (IX тип) бронзы, медно-оловянно-мышьяковистые (III тип), медно-оловянно-свинцовые (IV тип), сплавы и бронзы со сложной лигатурой олова, свинца и мышьяка (X тип). Остальные пять типов металлургических сплавов в конце бронзового века встречаются в единичных случаях (Сергеева, 1981). «Медь обладает очень высокой тепло- и электропроводностью; температура ее плавления 1083 °С; температура кипения 2305–2310 °С. Отливается медь плохо – даже при высокой температуре чистая медь остается густой, кашеобразной и плохо заполняет форму. Кроме того, расплавленная медь жадно поглощает газы, и отливки получаются пористыми» (Флёров, 1981. С. 40)¹. Од-

нако, установлено, что мастерами бронзолитейного производства I тыс. до н. э. в Западном Забайкалье отливались из меди достаточно сложные по технологии изготовления котлы, к готовой отливке тулова с ручками которых доливался поддон в форме усеченного конуса.

Методы и материалы

В составе бронзовых изделий могут присутствовать различные примеси, которые носят как естественный (геолого-геохимические характеристики рудного источника), так и искусственный характер. Искусственная двойная или многокомпонентная лигатура необходима для придания определенных физических характеристик сплава. Среди наиболее распространенных типов бронзы является оловянистая. Легирование бронзы 2 % и 5 % олова не вызывает значительного роста микротвердости. Заметное упрочнение литых сплавов начинается лишь при увеличении содержания олова до 10 % и выше и достигает максимума при 30 % (Равич, 1983. С. 139). При этом для мышьяковых бронз характерны хорошие литейные качества и возможность горячей и холоднойковки. «Полученные при легирования и ковке свойства зависят от состава сплава. Оптимальную ковкость в сочетании с прочностью и твердостью обнаруживают сплавы с 4–5 % мышьяка. Это позволяет считать их наиболее эффективным сырьем в производстве орудий труда колющего, режущего и ударного действия» (Равич, Рындина, 1984. С. 121).

Бронзолитейное производство в Забайкалье во II–I тыс. до н. э., как считают исследователи, было местным. При этом здесь бытовала и продукция

¹ Флёров А. В. Материаловедение и технология художественной обработки металлов. М.: Высшая школа, 1981. 288 с.

других крупных металлургических центров или областей, как результат межкультурного взаимодействия. О том, что металлургия меди зародилась и развивалась на месте с добычей и обработкой забайкальской медной руды, могут говорить геохимические данные рудных источников с корреляцией на химический состав изделий из металла. Поэтому заключения о бронзолитейном производстве, основанном на местной медной руде, среди специалистов в этой области носят в большей своей части лишь гипотетический характер. На территории Бурятии, к сожалению, не выявлены древние рудные разработки, на которые можно было бы опираться в изучении данной проблемы, а также – какие именно рудные источники были в работе древних горняков. Есть серия месторождений, локация которых косвенно может указывать на их использование в эпоху бронзы и позднее время, они дислоцированы, в том числе, и в непосредственной близости от археологических памятников бронзового века, но на самих разработках в настоящий момент археологического материала не зафиксировано. Кроме того, на стоянках бронзового века редко встречаются медные, бронзовые находки, учитывая их особенную ценность в древности, а таких стратифицированных объектов не так много. Отдельное внимание вызывает вопрос остатков древнего бронзолитейного производства. Самых тепловых конструкций не известно, но некоторые свидетельства в виде случайных находок обломков литейных форм на территории Бурятии имеются. В Тунке на выдувах по р. Иркут были зафиксированы фрагменты каменной формы, которую удалось восстановить, для отливки топора и две створки для литья заостренных стержней (Угольков, Уголькова, 2001). В Кяхтинском районе около улуса Хара-Бусун в долине р. Чикой, были найдены обломки литейной формы из камня, предназначенной для отливки стержней и ножа с кольчатым навершием. В Забайкальском крае находки литейных форм наиболее многочисленны, в большей части также изготовленные из камня (Сосновский, 1933; Диков, 1958; Членова, 1971; Гришин, 1981).

Накопленный археологический материал с данными спектрального анализа, тем не менее показал высокий уровень металлопроизводства на среднем этапе эпохи бронзы Забайкалья (X–VIII вв. до н. э.), преобладание горного и металлургиче-

ского дела в позднем бронзовом веке (VII–II вв. до н. э.) и возможное существование нескольких металлургических очагов в Забайкалье. «Качественная и количественная характеристика металла дает возможность предполагать, что использование не только окисленных руд, но и сульфидных, в частности, блеклых руд из полиметаллических месторождений Забайкалья, а также высокий уровень металлургического процесса с применением относительно герметичного тигля, наличием восстановительной среды и флюсов, позволяющих снижать точку плавления руды» (Сергеева, 1978. С. 126).

Металлурги бронзового века производили различную продукцию от простых орудий до изделий, демонстрирующих сложность комплекса производственных операций, изящество художественного, скульптурного литья и т. д. Примером высокотехнологичного литейного ремесла древности может послужить котел скифского типа, хранящийся в Музее Бурятского научного центра СО РАН – (МБНЦ 666/145 РЖВ, ст. инв. № 145), информация о нем ранее опубликована и упоминается автором в нескольких работах (Симухин, 2004; Симухин, 2007; Симухин, 2021). Котел был случайно найден на южном склоне г. Кукучелок в Иволгинском районе Бурятии кандидатом геолого-минералогических наук Г. С. Риппом (Геологический институт СО РАН) (рис. 1). Литой котел с коническим поддоном и двумя вертикальными арочными ручками, украшенными орнаментальным желобком на внешней стороне. По тулову проходит декоративный пояс с тремя параллельными валиками (рис. 2. по: Симухин, 2021. Рис. 4). Экспонат после реставрации имеет золотисто-коричневую патину. Высота до венчика – 26–26,2 см, толщина стенок – 0,2–0,5 см, диаметр устья – 19–20,5 см, вес – 3,83 кг, объем – 4,65 литра. Поддон в форме полого усеченного конуса высотой 7,5 см, с верхним диаметром 7,7 см и плавным расширением книзу до 11,6–11,9 см. Внутри конуса, в нижней его части под небольшим углом от вертикальной оси сосуда имеется полукруглый выступ – остатки срубленного литника. Ранее предполагалось, что котел отлит из бронзового сплава, равно как и основная масса аналогичной посуды из памятников степного пояса Евразии.

Изучение состава металла было проведено на базе Лаборатории археологии, этнологии и антро-



Рис. 2. Котел с горы Кукучелок (по: Симухин, 2021.
Рис. 4)

Fig. 2. Cauldron from the Kukuchelok Mountain (Simukhin,
2021. Fig. 4)

пологии ИМБТ СО РАН рентгенофлуоресцентным спектрометром Tracer 5i компании Bruker. В процессе работы использована функция «Alloys SmartGrade2» с методом автоматической калибровки и диаметром коллиматора 8 мм, который определяет размер пятна на обследуемом образце. Проведено 35 анализов в разных точках котла: поддон внутри/снаружи, сварной шов поддона и резервуара, тулово внутри/снаружи, ручки. Локация точек анализа обусловлена тем, что котел не цельнолитой, а конический поддон был долит или приварен к резервуару, о чем говорит шов на контакте двух деталей. В этой связи возник вопрос, а может ли быть разный химический состав металла в указанных местах, учитывая сложность данного литейного процесса? Однако результаты анализа показали одинаковый состав сплава на основном теле и поддоне котла, с незначительными колебаниями в количе-

ственном отношении во всех точках анализа экспоната, что вполне допустимо при многокомпонентном составе. Серу, как и иные элементы с незначительными количественными характеристиками, следует отнести к естественным примесям медной руды (табл.). Усреднённые значения показали следующий химический состав в процентах: Cu – 97.512, Si – 1.004, Sb – 0.323, As – 0.119, Sn – 0.1114, Fe – 0.135, Ni – 0.093, S – 0.012, Cr – 0.037, Se – 0.022, Ag – 0.046, Ti – 0.058, Mn – 0.023, Co – 0.011, Cd – 0.056, Te – 0.180, Pb – 0.035, Bi – 0.045. Как видно, основой металла является медь, при этом количественные показатели других элементов варьируют от десятых и сотых долей процента, только в одном случае показатели кремния (Si) достигают 1%. Сигнал на наличие кремния вполне могли выдать микроостатки формовочной массы на шероховатой/пористой поверхности металла, равно как и такого элемента, как алюминий. Последний фиксировался при слабых контактах окна коллиматора прибора к поверхности металла на выпуклых, вогнутых участках. Этот факт интерпретирован как техническая погрешность самого процесса анализа и в сводную таблицу такие результаты не размещались.

Также нами был проведён анализ металла в Отделе геохронологии кайнозоя Института археологии и этнографии СО РАН с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM 3000 (производство Японии), оснащенного приставкой Bruker Quantax 70 (Германия) для проведения элементного анализа на основе энергодисперсионной спектроскопии (SEM-EDX). Были взяты три пробы металла в разных точках котла: 1) участок перехода ручек к тулову; 2) место соединения поддона и резервуара; 3) поддон. Получены следующие результаты: 1) Cu – 96,8 %, S – 2,3 %, Al – 0,9 %; 2) Cu – 97,7 %, S – 1,6 %, Al – 0,6 %; 3) Cu – 97,8 %, S – 1,2 %, Al – 1,0 %. Принципиального и технологически важного количественного показателя в трех образцах нет, учитывая к тому же определенную погрешность метода и различные концентрации примесей в сплаве, в принципе. При этом метод SEM-EDX выявил наличие алюминия до 1%. Необходимо отметить, что Al и Si в таблице Менделеева находятся рядом (атомные номера 13 и 14, соответственно), и в таком случае нельзя исключать вероятность наложения спектральных линий (дифракция) одного элемента на

Таблица. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа котла из местности Кукучелок в Иволгинском районе Бурятии
Table. Results of X-ray fluorescence analysis of a cauldron from the Kukuchelok locality in the Ivolginsky district of Buryatia

№ фай-ла/ File №	Наименование / Name	Cu	Si	Sb	As	Sn	Fe	Ni	S	Cr	Se	Ag	Ti	Mn	Co	Cd	Te	Pb	Bi
229	поддон внутри	97.59	0.638	0.296	0.084	<LOD	0.129	0.117	0.012	0.067	0.022	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.057	<LOD	<LOD	0.034
230	поддон внутри	96.26	0.9	0.357	0.093	0.086	0.151	0.141	0.012	0.06	0.039	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.237	<LOD	<LOD
231	поддон внутри	97.72	0.565	0.238	0.072	<LOD	0.097	0.137	0.012	0.039	0.027	0.061	0.067	0.024	<LOD	<LOD	0.166	<LOD	<LOD
235	поддон внутри	97.95	0.574	0.183	0.048	0.07	0.037	0.102	0.012	0.046	0.024	<LOD	<LOD	0.013	0.014	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
239	поддон внутри литник	97.45	0.855	0.348	0.133	<LOD	0.132	0.111	0.009	0.047	0.016	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
240	поддон внутри литник	98.54	0.526	0.218	0.108	0.083	0.116	0.099	0.017	0.054	0.033	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
241	поддон снару- жи патина	97.63	0.824	0.287	0.164	<LOD	0.128	0.079	0.013	0.039	0.028	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.029
242	поддон снару- жи патина	98.08	0.63	0.255	0.166	<LOD	0.144	0.096	0.011	0.049	0.022	0.045	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
243	поддон снару- жи патина	98.34	0.599	0.305	0.115	<LOD	0.078	0.104	0.019	0.029	0.04	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
244	поддон снару- жи патина	98.18	0.584	0.552	0.208	<LOD	0.091	0.063	0.007	0.028	0.02	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
246	поддон снару- жи патина	97.9	1.164	<LOD	0.111	<LOD	0.157	0.084	0.012	0.056	0.02	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
247	поддон снару- жи патина	97.87	0.633	0.405	0.18	<LOD	0.057	0.095	0.007	0.037	0.02	0.043	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
250	поддон сварной шов	99.07	0.238	0.205	0.096	<LOD	<LOD	0.089	0.015	0.017	0.012	0.031	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
251	поддон сварной шов	97.17	0.807	0.259	0.06	0.053	0.058	0.133	0.015	<LOD	0.019	0.05	<LOD	<LOD	0.015	0.055	0.218	<LOD	<LOD
254	поддон сварной шов	98.67	0.353	0.286	0.082	<LOD	0.067	0.115	0.011	0.021	0.025	<LOD	<LOD	<LOD	0.014	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
257	поддон сварной шов	98.19	1.169	0.148	0.08	<LOD	0.145	0.105	0.012	<LOD	0.013	0.037	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
259	тулово у под- дона	97.45	1.555	<LOD	0.051	<LOD	0.207	0.121	0.011	0.028	0.028	<LOD	<LOD	0.02	<LOD	<LOD	<LOD	0.03	<LOD
260	тулово у под- дона	96.95	1.885	0.211	0.087	<LOD	0.168	0.112	0.013	0.027	0.022	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
261	тулово у под- дона	97.99	1.039	<LOD	0.07	<LOD	0.076	0.089	0.02	0.029	0.032	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
262	тулово у под- дона	97.68	0.87	0.485	0.188	<LOD	0.109	0.041	0.011	0.038	0.021	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.133	<LOD	<LOD
263	тулово у под- дона	98.15	0.535	0.313	0.052	<LOD	0.104	0.107	0.016	0.044	0.023	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
264	тулово у под- дона	97.87	1.003	0.162	0.114	<LOD	0.09	0.061	0.012	0.029	0.02	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
265	тулово	98.11	0.477	0.312	0.143	<LOD	0.049	0.089	0.012	0.018	0.016	0.057	<LOD	0.012	0.01	<LOD	0.176	<LOD	<LOD
266	тулово	98.44	0.392	0.474	0.185	<LOD	0.058	0.111	0.014	0.019	0.029	<LOD	<LOD	<LOD	0.011	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
268	тулово	97.94	0.867	0.31	0.088	<LOD	0.074	0.067	0.013	0.033	0.024	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
269	тулово	96.61	1.706	0.364	0.09	0.104	0.152	0.08	0.016	0.049	0.029	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
272	тулово	97.55	1.083	0.295	0.123	<LOD	0.142	0.103	0.009	0.032	0.016	<LOD	<LOD	0.012	0.008	<LOD	0.108	<LOD	<LOD
273	тулово	96.65	1.476	0.379	0.08	<LOD	0.161	0.089	0.015	0.024	0.016	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

276	ушко	96.97	1.668	0.474	0.168	<LOD	0.266	0.116	0.009	0.05	0.015	0.049	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
277	ушко	96.03	2.066	0.369	0.159	<LOD	0.246	0.039	0.01	<LOD	0.013	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
278	ушко	96.59	1.655	0.259	0.156	<LOD	0.189	0.07	0.009	0.028	0.01	0.043	0.054	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
279	ушко	95.84	1.953	0.423	0.165	<LOD	0.225	0.072	0.011	0.039	0.021	<LOD	0.048	0.014	<LOD	<LOD	0.121	<LOD	
280	ушко	96.32	1.969	0.27	0.166	<LOD	0.257	0.045	0.011	0.036	0.028	0.05	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
290	венчик внутри	98.23		0.487	0.081	0.319	0.26	0.062		0.042	0.022	<LOD	0.072	0.068	<LOD	<LOD	0.286	0.037	
291	венчик внутри	96.87	0.858	0.283	0.08	<LOD	0.168	0.126	0.015	0.044	0.033	<LOD	0.062	0.024	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Среднее значение в %		97.512	1.004	0.323	0.119	0.114	0.135	0.093	0.012	0.037	0.022	0.046	0.058	0.023	0.011	0.056	0.180	0.035	0.045

Примечание: <LOD – показания ниже предела обнаружения

соседний. К тому же разрешающая способность энергодисперсионного анализатора меньше, чем у рентгенофлуоресцентного спектрометра Tracer 5i. При этом, наличие алюминия в результатах предшествующих спектральных анализов другими исследователями тоже имеет место быть. В 1970–80-е гг. Н. Ф. Сергеевой были проведены исследования спектрального анализа медных и бронзовых изделий из коллекций восточносибирских археологических памятников. Был изучен металл энеолита и бронзы Прибайкалья (около 120 образцов), Забайкалья (около 400 образцов) и Хакасско-Минусинской котловины. В монографии автора 1981 г. указано, что было изучено порядка 1000 изделий из погребальных комплексов Минусинской котловины, однако в книге представлены данные анализа порядка 300 предметов (Сергеева, 1981). Обзор опубликованных результатов выявил определенную корреляционную зависимость алюминия (Al) с химическим составом металла регионов. В прибайкальских коллекциях алюминий выявлен всего в двух образцах (Там же. Табл. Г) с шифрами лаборатории «601» и «602» – это кельт и наконечник копья из случайных находок в долине р. Кан. В химическом составе минусинских изделий алюминий, в принципе, отсутствует, хотя здесь представлен широкий спектр типологически разных предметов и свидетельств самого производства, включая руду, шлак, литейную форму, натёк на тигле (Там же. С. 90). Для географической широты обзора древней металлургии меди так же представлены 74 образца известного Улангомского могильника скифского времени в Западной Монголии. Проведенный количественный спектральный анализ этих материалов также не зафиксировал наличие алюминия. На этом фоне резко контрастируют забайкальские коллекции, среди которых алюминий обнаружен почти в 120 сплавах в

количестве от тысячных долей до нескольких процентов. Элемент присутствует в металле бронзового века (Посольская стоянка на Байкале, Закаменский клад в долине р. Джиды, могильник Бухусан у озера Исинга, случайные находки у оз. Котокель, у с. Большой Луг по Чикою и др.). Кроме того, алюминий выявлен в продукции хуннских металлургов памятников Дырестуйский Култук, Ильмовая падь, Черемуховая падь. Наибольшее значение алюминия – до 10 %, установлено в соскобах внутренней части литейной формы, найденной у с. Беклемишево в Восточном Забайкалье (Там же. Табл. Д).

Обнаруженные кремний и алюминий по результатам двух методов анализа состава металла, могут быть связаны с технологией производства, а именно с основным компонентом формовочной массы, тиглей для литья – глиной. Глина – осадочные горные породы, состоящие в основном из глинистых минералов; с водой образуют пластичное тесто, при высыхании способное сохранять приданную ему форму, а после обжига получать твёрдость камня. К глинам относятся и некоторые породы, не обладающие в естественном виде пластичностью и не размокающие в воде (например, аргиллиты). По размеру частиц к глинам принадлежат породы, состоящие по массе более чем на 50 % из частиц до 0,01 мм. При увеличении количества грубообломочного материала глины переходят в алевриты и пески. Главные химические компоненты глин – SiO₂ (30–70 %), Al₂O₃ (10–40 %) и H₂O (5–10 %); в подчинённых количествах присутствуют Fe₂O₃ (FeO), TiO₂, CaO, MgO, K₂O, Na₂O, CO₂, реже MnO, SO₃, P₂O₅ (Микоша, 1985. С. 72).

Заключение

Таким образом, исключая обозначенные выше химические элементы из категории искусственных

примесей, мы приходим к выводу, что данный котел был отлит из «чистой» меди. Еще одним фактом литья котлов из меди без лигатуры в бронзовом веке Западного Забайкалья является фрагмент стенки из коллекции Закаменского клада в Бурятии. «Судя по малым концентрациям всех элементов-примесей и почти полному отсутствию мышьяка, котел был отлит из медной руды без каких-либо намеренных легирующих добавок. Сложный набор примесей в обломке котла, хотя и в малых концентрациях, указывает, вероятно, на сложный минеральный состав медной руды» (Сергеева, 1981. С. 33).

Среди хуннских археологических коллекций есть некоторые экспонаты, схожие с котлом с г. Кукучелок. Так, один из них был найден на Иволгинском могильнике в женском погребении № 119 (II–I вв. до н. э.). Котел с более раздутым туловом, ручки в виде арок, судя по рисунку, несколько профилированы наружу, на уровне плеча сосуд декорирован двумя валиками, венчик также слегка отогнут наружу. Явное отличие состоит в том, что хуннские котлы имеют прорезной поддон (Давыдова, 1985. С. 33. Рис. VI–1). Также из хуннского кургана 43 Дырестуйского могильника происходит аналогичный иволгинскому котел с прорезями (Миняев, 2007. С. 27, 59. Рис. 12.7. Табл. 21.6). К сожалению, в публикациях по Иволгинскому комплексу и Дырестуйскому могильнику данные о спектральном анализе металла котлов нами не обнаружены.

В Прибайкалье также был найден котел «скифского» типа. В Иркутском областном краеведческом музее хранится Корсуковский клад бронзовых изделий, среди которых и котел с двумя дугообразными ручками и наплавом поддона. На данном экспонате, как и на описываемом, декор в виде валиков по тулову, поддон без прорезей, арочные или дугообраз-

ные ручки (Бердникова, Ветров, Лыхин, 1991). Котел отлит из медной руды без каких-либо намеренных легирующих добавок, при этом наплав поддона изготовлен из свинцовисто-мышьяковистой бронзы. Содержание свинца – 1 %, мышьяка – 1 %. «Подобный сплав имеет аналогии среди металлургических сплавов, выявленных в забайкальском металле, относящемся к эпохе бронзового века (Сергеева, 1991. С. 206). Интересна география происхождения данного клада – северная тайга бассейна р. Лена, которая не могла быть зоной обитания кочевой скифской культуры. Н. Л. Членовой было высказано предположение, что клад (котел и предметы высокохудожественной бронзы) могли принести представители культуры плиточных могил, отправившиеся сюда в поисках золота, на которое и могли быть обменены художественные бронзы (Членова, 2002. С. 138). Вообще, самое большое количество котлов «скифского» типа происходит из Минусинской котловины и немалое их количество отлито из медной руды без искусственных примесей (Богданова-Березовская, 1963. С. 130).

И это лишь малая часть аналогий по типологии и составу металла степного и лесостепного ареала распространения обширной группы котлов скифского типа, распространенных в Евразии от Байкала, Монголии до Причерноморья. В Забайкалье появление таких котлов относят примерно к V в. до н. э. (Гришин, 1981. С. 117). А типологическое сходство с хуннскими котлами, за исключением некоторых морфологических признаков, вполне очевидно говорит о преемственности традиций металлургии меди эпохи бронзы и железного века. Кроме того, у нас имеются неопубликованные данные о хуннском котле с Иволгинского городища, также отлитого из «чистой» меди.

Список источников

Бердникова В. И., Ветров В. М., Лыхин Ю. П. Скифско-сибирский стиль в художественной бронзе Верхней Лены // Советская археология. 1991. № 2. С. 196–205.

Богданова-Березовская И. В. Химический состав металлических предметов из Минусинской котловины // Новые методы в археологических исследованиях. М.; Л. Изд-во АН СССР. 1963. С. 115–158.

References

Berdnikova V. I., Vetrov V. M., Lykhin Yu. P. (1991) Scythian-Siberian style in decorative bronze of the Upper Lena. *Sovetskaya arkheologiya = Soviet Archeology*. No. 2. P. 196-205. (In Russ.).

Bogdanova-Berezovskaya I. V. (1963) Chemical composition of metal objects from the Minusinsk Basin. *Novye metody v arkheologicheskikh issledovaniyakh = New Methods in Archaeological Research*. Moscow; Leningrad: Academy of Sciences of the USSR. P. 115–158. (In Russ.).

Герасимов М. М., Черных Е. Н. Раскопки Фофоновского могильника в 1959 г. // Первобытная археология Сибири. Л. : Наука, 1975. С. 23–48.

Гришин Ю. С. Памятники неолита, бронзового и раннего железного веков лесостепного Забайкалья. М.: Наука, 1981. 202 с.

Давыдова А. В. Иволгинский комплекс (городище и могильник) – памятник хунну в Забайкалье. Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. 112 с.

Диков Н. Н. Бронзовый век Забайкалья. Улан-Удэ : Бурятское книжное издательство, 1958. 137 с.

Микоша Ю. С. Глины // Горная энциклопедия. В 5 т. Т. 2. Геосфера – Кенай / гл. ред. Е. А. Козловский. М.: Сов. Энциклопедия, 1985. С. 72–73.

Миняев С. С. Дырестуйский могильник. 2-е изд., доп. СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 2007. Вып. 3. Археологические памятники сунну. 233 с.

Равич И. Г. Эталонные микроструктуры оловянной бронзы // Художественное наследие: хранение, исследование и реставрация. Вып. 8 (38). М.: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т реставрации, 1983. С. 136–143.

Равич И. Г., Рындина Н. В. Изучение свойств и микроструктуры сплавов медь-мышьяк в связи с их использованием в древности // Художественное наследие. 1984. № 9 (39). С. 114–124.

Сергеева Н. Ф. К химической характеристики металла эпохи бронзы в Забайкалье // Древняя история народов юга Восточной Сибири. Иркутск : Иркутский государственный университет, 1978. Вып. 4. С. 121–127.

Сергеева Н. Ф. Древнейшая металлургия меди юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. 152 с.

Сергеева Н. Ф. О химическом составе изделий Корсуковского клада // Советская археология. 1991. № 2. С. 206–207.

Симухин А. И. Бронзовый котел из Забайкалья // Интеграция археологических и этнографических исследований : сборник научных трудов. Алматы; Омск : Наука, 2004. С. 245–248.

Симухин А. И. Случайная находка из Забайкалья // Nota Bene: сборник научных трудов / под ред. О. А. Митько. Новосибирск, 2007. Вып. 1. Случайная находка. С. 95–100.

Симухин А. И. Металлообработка эпохи бронзы Западного Забайкалья II–I тыс. до н.э. (археологический фонд музея БНЦ СО РАН) // Известия Лаборатории древних технологий. 2021. Т. 17. № 3. С. 46–59. <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2021-3-46-59>.

Gerasimov M. M., Chernyh E. N. (1975) Excavations of the Fofanovsky burial ground in 1959. *Pervobytnaja arheologija Sibiri = The Primeval Archaeology in Siberia*. Leningrad: Nauka P. 23–48. (In Russ.).

Grishin Yu. S. (1981) Neolithic, Bronze Age and Early Iron Age sites of the forest-steppe of Transbaikalia. Moscow: Nauka. 202 p. (In Russ.).

Davydova A. V. (1985) Ivolginsky Complex (Ancient Settlement and Burial Ground) – a site to the Xiongnu in Transbaikalia. Leningrad: Leningrad State University. 112 p. (In Russ.).

Dikov N. N. (1958) The Bronze Age of the Transbaikalia. Ulan-Ude: Buryat Book Publ. 137 p. (In Russ.).

Mikosha Yu. S. (1985) Clay. The Mountain Encyclopedia. In 5 Vol. Vol. 2. Geosphere - Kenai. Moscow: Sov. Entsiklopediya. P. 72-73. (In Russ.).

Minyaev S. S. (2007) Dyrestuj burial ground. Iss. 3. Xiongnu archaeological sites. St. Petersburg: Saint-Petersburg State University. 233 p. (In Russ.).

Ravich I. G. (1983) Standards of microstructures of tin bronze. *Khudozhestvennoe nasledie: khranenie, issledovanie i restavratsiya = Artistic Heritage: Storage, Research and Restoration*. Moscow: All-Union Research Institute of Restoration. Iss. 8 (38). P. 136–143. (In Russ.).

Ravich I. G., Ryndina N. V. (1984) Study of the properties and microstructure of copper-arsenic alloys in connection with their use in antiquity. *Khudozhestvennoe nasledie = Artistic Heritage*. Moscow. No. 9 (39). P. 114–124. (In Russ.).

Sergeeva N. F. (1978) On the chemical characteristics of the metal of the Bronze Age in Transbaikalia. *Drevnyaya istoriya narodov yuga Vostochnoi Sibiri = Ancient History of the Peoples of the South of Eastern Siberia*. Irkutsk: Irkutsk State University. Iss. 4. P. 121-127. (In Russ.).

Sergeeva N. F. (1981) Oldest copper metallurgy in the South of Eastern Siberia. Novosibirsk: Nauka. 152 p. (In Russ.).

Sergeeva N. F. (1991) On the chemical composition of items from the Korsukovsky treasure. *Sovetskaya arheologiya = Soviet Archeology*. No. 2. P. 206–207. (In Russ.).

Simukhin A. I. (2004) Bronze Cauldron from Transbaikalia. *Integratsiya arheologicheskikh i etnograficheskikh issledovaniy = The Integration of Archaeological and Ethnographic Research*. Almaty; Omsk: Nauka. P. 245-248. (In Russ.).

Simukhin A. I. (2007) Random finding in Transbaikalia. *Nota Bene: Sbornik nauchnykh trudov = Nota Bene: collection of scientific works*. Novosibirsk. Iss. 1. *Sluchainaya Nakhodka = Random finding*. P. 95–100. (In Russ.).

Simukhin A. I. (2021) Metal processing in the Bronze Age of the Western Transbaikalia I–II th. B. C. (the archaeological fund of the Museum of the Buryat Scientific Center, SB RAS). *Izvestiya Laboratorii drevnikh tekhnologii = Reports of the Laboratory of Ancient Technologies*. Vol. 17. No. 3. P. 46–59. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2021-3-46-59>.

Сосновский Г. П. К истории добычи олова на востоке СССР // Проблемы истории материальной культуры. 1933. № 9–10. С. 15–19.

Угольков Ю. Н., Уголькова В. С. Древности Тункинской котловины. Кемерово : Сириус, 2001. 226 с.

Членова Н. Л. Литейные формы из Беклемишево (Забайкалье). Краткие сообщения Института археологии, 1971. Вып. 127. С. 104–110.

Членова Н. Л. Добывали ли золото в восточносибирской тайге в скифскую эпоху? // Археология, этнография и антропология Евразии. 2002. № 1 (9). С. 131–141.

Информация об авторе

А. И. Симухин – кандидат исторических наук, научный сотрудник отдела истории и культуры Центральной Азии, Институт монголоведения, буддологии и тибетологии СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, Россия.

Вклад автора

Симухин А. И. выполнил исследовательскую работу, на основании полученных результатов провел обобщение и подготовил рукопись к печати.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 8 ноября 2022 г.; одобрена после рецензирования 5 декабря 2022 г.; принята к публикации 19 декабря 2022 г.

Sosnovskii G. P. (1933) On the history of tin mining in the east of the USSR. *Problemy istorii material'noi kul'tury = Problems of the history of material culture*. No. 9-10. P. 15-19. (In Russ.).

Ugol'kov Yu. N., Ugol'kova V. S. (2001) Antiquities of the Tunka valley. Kemerovo: Sirius. 226 p. (In Russ.).

Chlenova N. L. (1971) Casting molds from Beklemishevo (Transbaikalia). *Kratkie soobshcheniya Instituta arkheologii = Brief Reports of the Institute of Archaeology*. Iss. 127. P. 104-110. (In Russ.).

Chlenova N. L. (2002) Was gold mined in the East Siberian taiga in the Scythian era? *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii = Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*. No. 1 (9). P. 131–141. (In Russ.).

Information about the author

A. I. Simukhin – Cand. Sci. (History), scientific researcher of Department of History and Culture of Central Asia, Institute for Mongolian, Buddhist and Tibetan Studies of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 6, Sakh'yanova street, Ulan-Ude 670047, Russia.

Contribution of the author

Simukhin A. I. carried out a research work, based on the obtained results made the generalization and prepared the manuscript for publication.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests.

The author has read and approved the final manuscript.

Article info

The article was submitted November 8, 2022; approved after reviewing December 5, 2022; accepted for publication December 19, 2022.