

оригинальная статья

Об элементном составе металла медно-бронзовых серповидных орудий тагарской культуры

Савельева Анна Сергеевна

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Россия, Кемерово

<https://orcid.org/0000-0002-4804-5932>

antverpen@mail.ru

Поступила в редакцию 13.05.2022. Принята после рецензирования 06.07.2022. Принята в печать 08.08.2022.

Аннотация: В статье систематизируются опубликованные и приводятся новые данные об элементном составе металла медно-бронзовых серповидных орудий тагарской археологической культуры. Исследования структуры и состава металла серпов ведутся с 1950-х гг., в том числе методами химического количественного и спектрального количественного анализа. Новые данные приводятся в статье как результат применения рентгенофлуоресцентного, энергодисперсионного и атомно-эмиссионного спектрального анализа. Химические и химико-металлургические особенности сплавов представляются важным дополнением к характеристикам внешнего облика предметного комплекса тагарской культуры. Цель – установить особенности производства медно-бронзовых серповидных орудий тагарской культуры по данным о соотношении химико-металлургических групп сплавов. Задачи: выделение химико-металлургических групп сплавов на медной основе; анализ взаимосвязей рецептур сплавов с морфологическими и метрическими характеристиками орудий; сопоставление рецептур бронз с рисунками на поверхности орудий; установление типов рудных источников меди. Установлено отсутствие взаимосвязей между рецептурами бронз, морфологическими и метрическими показателями. Однако поиски корреляций позволили выявить в анализируемой выборке наличие серповидных орудий двух типов. По измерениям длины основания и высоты лезвия выявлены собственно серпы и жатвенные ножи. Орудия второго типа происходят из Мариинско-Ачинской лесостепи. Анализ набора и соотношений геохимических примесей к меди в повышенных концентрациях указал на применение при производстве тагарских серповидных орудий медных руд, подобных тем, что добывались в Глафиринском и Хараджульско-Бутрахтинском рудниках в восточных предгорьях Кузнецкого Алатау. Бытование серповидных орудий как специализированных атрибутов земледелия не исключает их применения и при заготовке фуража для домашнего скота.

Ключевые слова: тагарская культура, Мариинско-Ачинская лесостепь, Минусинские котловины, земледелие, медно-бронзовые сплавы, элементный состав, серпы

Цитирование: Савельева А. С. Об элементном составе металла медно-бронзовых серповидных орудий тагарской культуры. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2022. Т. 24. № 5. С. 558–566. <https://doi.org/10.21603/2078-8975-2022-24-5-558-566>

full article

Elemental Composition of Tagar Copper-Bronze Sickle-Shaped Tools

Anna S. Savel'eva

Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Kemerovo

<https://orcid.org/0000-0002-4804-5932>

antverpen@mail.ru

Received 13 May 2022. Accepted after peer review 6 Jul 2022. Accepted for publication 8 Aug 2022.

Abstract: The article features the elemental composition of copper and bronze sickle-shaped tools of the Tagar culture. The structure and composition of metal sickles have been the focus of chemical and spectral quantitative analyses since the 1950s. The paper introduces new data obtained by X-ray fluorescence, energy dispersive, and atomic emission spectral methods. The chemical and chemical-metallurgical features of the alloys add to the external descriptions of the Tagar metal tools. The research objective was to identify the features of Tagar copper-bronze sickles based on the chemical-metallurgical profile of the alloys. The authors also analyzed the effect of the alloy formulations on the morphological and metric characteristics of the tools, compared the bronze formulations with surface patterns, and established the copper ore sources. The study

revealed no relationships between the bronze formulations and the morphological and metric indicators. An attempt to search for correlations showed two types of sickle-shaped tools. By measuring the length of the base and the height of the blade, the authors restored the actual sickles and reaping knives. The second type tools came from the Mariinsk-Achinsk forest-steppe. An analysis of the geochemical impurities in high-concentration copper indicated that the ore used in the Tagar tools was similar to that mined in the Glafrinsk and Kharadzhul-Butrakhty mines in the eastern foothills of the Kuznetsk Alatau. The sickle-shaped tools might also have been used to harvest fodder for livestock.

Keywords: Tagar culture, Mariinsky-Achinsk forest-steppe, Minusinsk basins, agriculture, copper-bronze alloys, elemental composition, sickles

Citation: Savel'eva A. S. Elemental Composition of Tagar Copper-Bronze Sickle-Shaped Tools. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2022, 24(5): 558–566. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2078-8975-2022-24-5-558-566>

Введение

Медно-бронзовые серповидные орудия представляют одну из интереснейших категорий предметного комплекса тагарской археологической культуры (VIII в. до н. э. – II в. н. э.). Широкое территориальное распространение, функциональное назначение, наличие на поверхности изображений – лишь немногие из широкого круга аспектов, которые привлекают внимание специалистов. Помимо возможностей изучения серпов как косвенного свидетельства хозяйственных операций, данная категория инвентаря может быть интерпретирована как орудие из сплава на медной основе, отражающее определенную стадию медно-бронзового производства [1, с. 40] и обнаруживающее, по материалам скотоводческих культур Восточной Европы, прямую зависимость размеров от близости к месторождениям меди [2, с. 179, 208]. Таким образом, исследования серпов как свидетельств о производственных традициях тагарской культуры представляются актуальными и требуют обобщения имеющихся знаний о металле и введения в научный оборот новых данных, получаемых современными методами элементного анализа.

Некоторые аспекты изучения серповидных орудий тагарской культуры

Большинство тагарских серповидных орудий относится к категории случайных находок или были обнаружены в составе кладов. Одна из первых работ по картографированию мест обнаружения серпов была предпринята В. П. Левашевой [3, рис. 11] (рис. 1, 1).

Ю. С. Гришиным приводятся данные о 239 серпах тагарской культуры [6, с. 123], А. И. Мартыновым проведен анализ их территориального распределения в Минусинских котловинах [7, с. 93; 8, с. 46; 9, с. 118] (рис. 1, 2–5).

Случай обнаружения серпа в погребении зафиксирован в могильнике тагарской культуры Гришкин Лог I С. А. Теплоуховым [10, с. 229; 11, с. 213; 12, с. 103]. Находка описана как «медное серповидное орудие» [13, с. 47]. Серп был найден при скелете женщины в могиле 22 кургана 3 (рис. 1, 6) [4, с. 12, 41, 53, 54, табл. III, табл. 25, 10]. В Музее «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ в составе коллекции находок из курганного могильника Косоголь II (КМАЭЭ 60/1-294 ОФ-ВА 56)

под инвентарным номером 14 хранится предмет с наименованием *нож-серп* (рис. 1, 7). Более точных данных об обстоятельствах его обнаружения нет. В восточно-европейских материалах эта категория инвентаря также редко встречается в могилах [1, с. 91, 115; 14, с. 60].

Одна из первых характеристик тагарских серповидных орудий принадлежит Р. Вирхову. Изображение серпа трактовано им как «очень примитивный серповидный нож» [15, с. 22, 24]. Позже к числу постоянных признаков серпов отнесены уплощенная форма и дугообразный изгиб [16, с. 163]. Прочие признаки изменчивы, благодаря чему эти орудия режущего действия имеют разновидности, например [8, с. 100].

Особым сюжетом являются рисунки на поверхности серпов. Изображения копыта, квадратной скобки, круга, спиралей, фигурки животного, прямоугольников [5, с. 283; 10, с. 258, 259; 11, с. 213; 17, с. 423] рассматриваются как доказательство клеймения изделий мастерами [10, с. 259; 11, с. 213; 18, с. 234] либо связываются с тагарской орнаментикой бронзовых изделий [6, с. 178, 179].

Один из обсуждаемых вопросов касается представлений о серпах как о свидетельствах возделывания зерновых культур [7; 8, с. 100, 102; 11, с. 212; 12, с. 94; 14, с. 60]. По опыту исследований материалов Северной Евразии появление и применение серпов принято связывать с расширением посевных площадей или с высокой урожайностью [19, с. 320; 20, с. 38]. Небольшие размеры серпов, слабый изгиб и неравные углы резания, напротив, трактуются как признак незначительных объемов урожая, неразвитости земледелия [14, с. 65, рис. 16, 5; 21, с. 37]. Известно, однако, что еще до появления способа уборки злаков при помощи серпа бытовали срывание колосьев руками и срезание их неспециализированными орудиями [22, с. 65]. Кроме того, в древности серпы могли использоваться и для срезания травы при заготовке фуража для скота [1, с. 109; 23, с. 57; 24, с. 172]. Учитывая наличие у населения тагарской культуры как земледелия, так и скотоводства [6; 8], представляется, что серпы могли иметь двойное предназначение – для уборки зерновых и для сенокоса (по аналогии с предложенными трактовками восточноевропейских материалов бронзового века [2, с. 208]).

Материалы и методы анализа металла тагарских серповидных орудий

С 1950-х гг. серповидные орудия тагарской культуры выступают предметом исследований структуры и состава металла.

Первый опыт микроструктурного анализа металла тагарского серпа предпринят в Московском институте стали им. И. В. Сталина. Аналитиками Е. В. Панченко и В. С. Ильинским установлена принадлежность образца к числу прокованных изделий [6, с. 142, 204]. Структура металла девяти серпов изучена Д. В. Наумовым. Им доказаны применение разъемных литейных форм; бытование

медленного и быстрого охлаждения отлитого металла, холодной и полугорячей отковки; отливка в вертикально поставленные формы со стороны рукоятки либо в формы, поставленные «на ребро лезвием вниз с заливкой металла через центральную обушную часть» [16, с. 164]. Примеры расположения литников на обушках известны по материалам эпохи бронзы Прикубанья [25; 26, с. 59], а отливки в результате заполнения литейной формы металлом со стороны рукоятки – по восточноевропейским материалам [27, с. 137].



Рис. 1. Серпы тагарской культуры: 1 – пункты обнаружения медно-бронзовых тагарских серпов в бассейне Среднего Енисея, зафиксированные В. П. Левашевой [по: 3, рис. 11]; карта бассейна Среднего Енисея; 2–5 – медно-бронзовые тагарские серпы из фондов Минусинского музея: 2 – № 1689; 3 – № 1690; 4 – № 1692; 5 – № 1693; 2, 3, 5 – Шушенский район Красноярского края; 4 – Аскизский район Республики Хакасия; 6 – из могилы 22 кургана 3 могильника Гришкин Лог I; 7 – из курганного могильника Косоголь II (КМАЭЭ, ОФ ВА 56/14); 8 – с поселения Исток; 9 – из Тисульского района Кемеровской области; 2–5 – по: Научный архив КМАЭЭ, Д. № 178, 178а1; 6 – по [4, табл. 25, 10]; 8 – по [5, рис. 2, 1]; 9 – фото П. В. Германа

Fig. 1. Sickles of the Tagar culture: 1 – points of discovery of copper-bronze Tagar sickles in the basin of the Middle Yenisei, recorded by Levasheva V. P. [after: 3, fig. 11]; 2–5 – copper-bronze Tagar sickles from the Minusinsk Museum: 2 – No. 1689; 3 – No. 1690; 4 – No. 1692; 5 – No. 1693; 2, 3, 5 – Shushenskoye district of the Krasnoyarsk Territory; 4 – Askiz district of the Republic of Khakassia; 6 – from grave 22, mound 3 of the burial ground Grishkin Log I; 7 – from the burial mound Kosogol II (Museum of Archeology, Ethnography, and Ecology of Siberia of the Kemsu, MF SA 56/14); 8 – from Istok settlements; 9 – from the Tisul district of the Kemerovo Region; 2–5 – after: Museum of Archeology, Ethnography, and ecology of Siberia (Kemerovo), case No. 178, 178a; 6 – after [4, tab. 25, 10]; 8 – after [5, fig. 2, 1]; 9 – photo by German P. V.

¹ Научный архив Музея «Археология, этнография и экология Сибири» КемГУ (Научный архив КМАЭЭ). Д. № 178, 178а: Материалы Минусинского музея 1866 г. Инв. № 1–543.

Первый анализ элементного состава металла серпов произведен А. И. Каштановым. Методом количественного химического (мокрого) анализа им изучены три экземпляра из Минусинского округа. В металле орудий выявлены концентрации олова от 1,59 до 2,75 %, свинца – от 0,28 до 0,45 %, железа – от следовых до 0,27 % и никеля – от 0,1 до 0,64 % [28]. И. В. Богдановой-Березовской методом спектрального анализа изучен состав металла 18 серпов и серповидных ножей тагарской культуры, хранящихся в Минусинском музее. По ее заключению, большая часть изготовлена из мышьяковистой бронзы; три изделия отнесены к типу оловянисто-мышьяковистых бронз [29, с. 120]. Я. И. Сунчугашевым и Р. С. Носовой методом спектрального анализа изучен состав металла 13 серпов, найденных на территории правобережья Енисея и хранящихся в Минусинском музее [18, с. 231]. По их заключению, все серпы – медные и происходят из местных металлургических очагов [18, с. 233].

Важно отметить, что металл пяти серпов (№ 1602, 1485, 1650, 1479, 1502) анализировался дважды – И. В. Богдановой-Березовской (1963 г.) и Я. И. Сунчугашевым и Р. С. Носовой (1972 г.). Сравнение полученных результатов показывает разную чувствительность применявшихся в 1960–1970-е гг. методов. Так, для данных И. В. Богдановой-Березовской характерна большая чувствительность к концентрациям олова, железа, сурьмы, висмута и мышьяка. Для данных Я. И. Сунчугашева и Р. С. Носовой – к концентрациям цинка, алюминия и кремния. По заключению И. В. Богдановой-Березовской, орудия № 1479, 1502, 1602 – из бронзы I типа – мышьяковистой; № 1650 – из бронзы Ia типа – мышьяковистой с повышенным содержанием свинца; № 1485 – из бронзы I типа с повышенным содержанием железа [29, с. 120, табл. 4].

По опубликованным в 1950–1970-е гг. данным элементного состава металла серповидных орудий тагарской культуры Минусинских котловин нами произведено выделение химико-металлургических групп сплавов на медной основе (см. столбец *Тип сплава* в табл. 1). Обработка данных включала составление частотных гистограмм для выявления границ искусственного легирования меди оловом, мышьяком и свинцом; составление корреляционных графиков для выявления геохимических примесей к меди мышьяка, свинца, железа и никеля.

Результаты

По материалам, опубликованным А. И. Каштановым, 3 серпа изготовлены из оловянистой бронзы. По материалам, опубликованным Я. И. Сунчугашевым и Р. С. Носовой, 13 серпов – медные. Очевидно, что отсутствие мышьяка в числе химических элементов, выявленных Я. И. Сунчугашевым и Р. С. Носовой, не является характеристикой сплавов, а связано с методическими трудностями процедуры анализа либо с приповерхностным отбором проб [30, с. 213]. В целом отсутствие определений мышьяка делает результаты, полученные исследователями, неполными и затрудняет их историко-металлургическую интерпретацию.

18 серпов, проанализированных И. В. Богдановой-Березовской (табл. 1), отнесены нами к следующим химико-металлургическим группам:

1. «Чистая» медь: серп № 1502.
2. Мышьяковая медь: восемь серпов, в том числе № 1485 – с повышенными концентрациями железа и № 1650 – с повышенными концентрациями свинца.
3. Мышьяковистая бронза: четыре серпа, в том числе № 1474 – с повышенными концентрациями никеля.
4. Свинцовистая бронза: серп № 1621, а также серп № 1470 – с повышенными концентрациями свинца, отнесенный к этой группе условно.
5. Оловянистая бронза: серп № 1504, на основе мышьяковой меди.
6. Мышьяковисто-оловянистая бронза: серп № 1624.
7. Оловянисто-свинцовисто-мышьяковистая бронза: серп № 1648.

Металл шести серпов легирован мышьяком, трех – оловом, металл десяти серпов не содержит лигатур, но в восьми из этих случаев он представляет собой мышьяковую медь. Полученное соотношение рецептур характеризуется низкой долей изделий (17 %), металл которых легирован оловом. С осторожностью можем заключить, что в данной коллекции невысока доля серпов, изготовленных на развитом (саргашенском) этапе тагарской культуры, для металлургических традиций которого характерно легирование меди оловом. Примечателен состав металла серпа № 1474 – мышьяковистая бронза с повышенными концентрациями никеля. Такой тип сплава характерен для раннего (подгорновского) этапа тагарской культуры [31, с. 187; 32, с. 115].

Дополнить приведенные данные о составе металла тагарских серпов можно новыми результатами анализа еще трех экземпляров. Так, находка серпа была сделана при исследовании зольника на поселении Исток в Кузнецкой котловине (северо-восточное Присалаирье) [5, с. 283] (рис. 1, 8). Несмотря на существенное отдаление от ареала распространения памятников тагарской культуры, по заключению В. В. Боброва, серп с поселения Исток «имеет точные аналогии, включая клеймо, в материалах тагарской культуры Среднего Енисея» [5, с. 283; 17, с. 423].

Состав металла орудия ранее был опубликован частично [33, с. 58]. Анализ поверхности серпа проводился дважды. Рентгенофлуоресцентный анализ двух участков изделия выполнен на приборе Альфа-2000 (кафедра археологии, этнографии и музеологии АлтГУ, аналитик – д-р ист. наук, проф. А. А. Тишкин) и показывает содержание олова от 1,21 до 1,47 %; свинца – от 0,67 до 0,75 %; железа – от 0,33 до 2,83 %. Энергодисперсионный анализ выполнен на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6390 LA (лаборатория физико-химии углеродных наноструктурированных материалов Кемеровского филиала ИХТТИМ (сегодня – ФИЦ УУХ СО РАН), аналитик – С. Ю. Лыршиков) и показывает содержание металла в качестве примесных к меди компонентов содержит

от 0,37 до 0,48 % олова и 0,28 % свинца. При дальнейших обобщениях нами принимается результат, полученный методом рентгенофлюоресцентного анализа поверхности на участке механической зачистки, согласно которому серп изготовлен из оловянистой бронзы.

Состав пробы металла серпа, найденного в Тисульском районе Кемеровской области (рис. 1, 9), установлен методом атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой в Центре коллективного пользования ФИЦ УХ СО РАН на спектрометре Thermo Scientific iCAP 6500 DUO, аналитик – с. н. с., канд. хим. наук Р. П. Колмыков (табл. 2). Серп отлит из мышьяковой меди – металл содержит 1,11 % мышьяка, т.е. в концентрациях, не позволяющих однозначно отнести этот компонент к легирующим.

Этим же методом проанализирован состав металла упоминавшегося выше орудия из коллекции находок курганного могильника Косоголь II (табл. 2). По наличию олова в концентрациях 4,62 % оно изготовлено из оловянистой бронзы.

Для 12 серповидных орудий тагарской культуры (рис. 2) представляется возможным сопоставить внешний облик (оформление поверхности) и состав металла (типы сплавов). В группе медных серпов – шесть экземпляров. Один – из «чистой» меди (№ 1502) – с рисунками скобки и окружности. № 1470 – из «чистой» меди с повышенными концентрациями свинца, украшен парой скобок. Два серпа из мышьяковой меди – № 1602 и серп из Тисульского района Кемеровской области – со скобкой и без рисунка соответственно. Серп № 1485 – из мышьяковой меди

Табл. 1. Элементный состав металла серпов тагарской культуры (Минусинские котловины) [по: 29]

Tab. 1. Elemental composition of the Tagar sickles (Minusinsk depressions) [after: 29]

Инв. № ММ	Тип сплава	Sn	Pb	As	Sb	Bi	Fe	Zn	Ni	Co
1502	Cu	0,3	0,1	0,3	0,07	0,3	0,01	–	0,02	–
1602	Cu(As)	0,2	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,07	0,01
1672	Cu(As)	0,05	0,1	1	0,1	0,1	0,2	сл.	0,07	0,01
1477	Cu(As)	0,2	0,1	1	0,1	0,1	сл.	сл.	0,4	сл.
1500	Cu(As)	0,3	0,05	1,5	0,1	0,02	сл.	–	0,02	–
1591	Cu(As)	0,7	0,1	1,5	0,2	0,07	0,01	сл.	0,07	сл.
1485	Cu(As)(Fe)	0,2	0,2	1,5	0,2	0,1–0,7	1	–	0,1	сл.
1650	Cu(As)(Pb)	0,5	1	1	0,1	сл.	0,2	сл.	0,07	сл.
1470	Cu(Pb)	0,05	1	сл.	0,2	0,2	0,07	сл.	сл.	0,01
1628	Cu(As)	сл.	0,2–0,5	1,5–1	0,1	0,2	сл.	сл.	0,1	сл.
1636	Cu+As	0,2	0	2	0,2	0,2	0,1	сл.	0,07	0,04
1627	Cu+As	сл.	0,2–0,5	2	0,2	0,2	0,05	сл.	0,07	сл.
1479	Cu+As	0,5	0,2	2	0,5	0,1–0,2	0,05	сл.	0,1	сл.
1474	Cu+As(Ni)	0,2	0,01	>5	0,7	0,1	0,01	–	>1	0,4
1624	Cu+As+Sn	2	0	5	0,5	0,1	0,3	сл.	0,2	0,04
1621	Cu+Pb	0,05	2	0,01	0,3	0,15	0,07	0,01	сл.	0,01
1504	Cu+Sn(As)	4	0,5	1,5	0,2	0,1	сл.	–	0,1	сл.
1648	Cu+Sn+Pb+As	2	2	2	0,4	0,07	0,4	сл.	0,2	0,4

Прим.: ММ – Минусинский музей; во всех случаях основа – медь; концентрации в %; во всех образцах – следы золота, серебра, кремния, алюминия и магния; сл. – следы.

Табл. 2. Результаты атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой металла серповидных орудий тагарской культуры (Маринско-Ачинская лесостепь)

Tab. 2. Atomic-emission spectral analysis with inductive plasma of the Tagar metal sickles from the Mariinsk-Achinsk forest-steppe

Место находки	Sn	Pb	As	Sb	Bi	Fe	Zn	Ni	Co	Au	Ag
Тисульский район	0,24437	0,0768	1,11	0,0797	0,0472	0,01307	0,00442	0,0722	0,00564	0,00175	0,047
Могильник Косоголь II	4,62	0,0331	0,15	0,0269	0,0075	0,043	0,0022	0,0887	0,0209	0,0055	0,0376

Прим.: основа – медь, концентрации в %.

с повышенными концентрациями железа, украшен скобкой с перемычкой. Серп № 1650 – из мышьяковой меди с повышенными концентрациями свинца, с парой скобок. В целом нет связи геохимических характеристик меди с нанесенными на поверхность серпов рисунками. В группе *мышьяковистой бронзы* – два экземпляра: № 1474 – с повышенными концентрациями никеля, без рисунков; № 1479 – с парой скобок. Из *оловянистой бронзы* – серпы с поселения Исток и из могильника Косоголь II. На поверхности первого – вписанный в скобку прямоугольник. Косогольский экземпляр выделяется округлой петелькой на спинке. Из *мышьяковисто-оловянистой бронзы* – серп № 1624 – с двумя группами из двух и трех вписанных окружностей. Из *оловянисто-свинцовисто-мышьяковистой бронзы* – серп № 1648 – с изображением скобки.

Приведенные наблюдения позволяют заключить, что геохимическая специфика медных руд и особенности легирования меди не связаны с характером рисунков на поверхности. Ранее Я. И. Сунчугашев и Р. С. Носова высказывались о территориальной приуроченности мест обнаружения серпов. В частности, орудия со знаками «ОП», по их мнению, «могли быть произведены в районе бывшего Лугавского медеплавильного завода» [18, с. 233]. Однако, судя по изученным

материалам, мы не можем относить рисунки на поверхности серпов ни к местам добычи руды (поскольку фиксируются разные геохимические характеристики руд), ни к местам производства (поскольку фиксируются разные типы сплавов).

Информативными представляются повышенные концентрации таких геохимических примесей к меди, как свинец, мышьяк, железо и никель. Опираясь на опубликованные данные о некоторых месторождениях меди Минусинских котловин [34, с. 36, 44, 47, 52, 53], можно заключить, что серпы из мышьяковой меди (№ 1650, 1485, 1602 и из Тисульского района Кемеровской области), серп № 1485 с повышенными концентрациями железа и мышьяка могли изготавливаться из руд наподобие тех, что добывались тагарцами на Глафиринском и Хараджульско-Бутрахтинском рудниках. Серпы, в металле которых повышены концентрации свинца, могли изготавливаться из руд подобных глафиринским (№ 1470, 1650). Важно, что оба рудника относятся к числу разрабатывавшихся на всем протяжении тагарской культуры.

Обратимся к вопросу о взаимосвязи особенностей элементного состава и морфологии орудий. В качестве объективно регистрируемых выбраны два параметра – длина основания и высота дуги лезвия [22, с. 70, рис. 42]. В восточно-европейских материалах по этим показателям серпы отграничиваются, например, от жатвенных ножей. Данная методика построена Ю. А. Красновым в результате сравнения «больших серий орудий, известных по археологическим данным, и привлечения сравнительного этнографического материала», и с учетом подхода В. П. Левашевой [22, с. 68]. Для металлических серпов принимаются длина основания не менее 8–10 см и высота дуги лезвия не менее 1/10 длины основания [22, с. 68]. Отметим, что применяемые исследователями критерии развитости данного типа тагарских орудий различны. Так, Ю. С. Гришиным наиболее совершенными названы серпы «с большой протяженностью лезвия и уже сравнительно большим изгибом» [6, с. 123]. Выделение групп орудий по критерию массивности и метрическим показателям тесно связано с их функциями. А. И. Мартыновым серпам как орудиям режущего действия (горбовидно-изогнутые с расширенным посередине лезвием, плавно-изогнутые, с заостренным концом) противопоставляются косари (с более массивным широким и толстым у обуха лезвием) как орудия рубяще-режущего действия (вогнуто-лезвийные, выпуклолезвийные, прямолезвийные) [2, с. 209; 8, с. 46]. По восточноевропейским материалам эпохи бронзы известна такая вариация функционально схожего косарю орудия, как «секач» [2, с. 209]. Так морфометрически выстраивается последовательность типов серповидных орудий – жатвенные ножи, серпы, косари. Жатвенные ножи менее массивны, с длиной основания менее 8–10 см, с меньшей, по сравнению с серпами, дугой резания – менее 1/10 длины основания. По наблюдениям Ю. А. Краснова, жатвенные ножи совершенных форм трудно отличить от ранних типов серпов [22, с. 68], отчего еще более актуально сравнение типов медно-бронзовых сплавов, из которых они изготовлены.

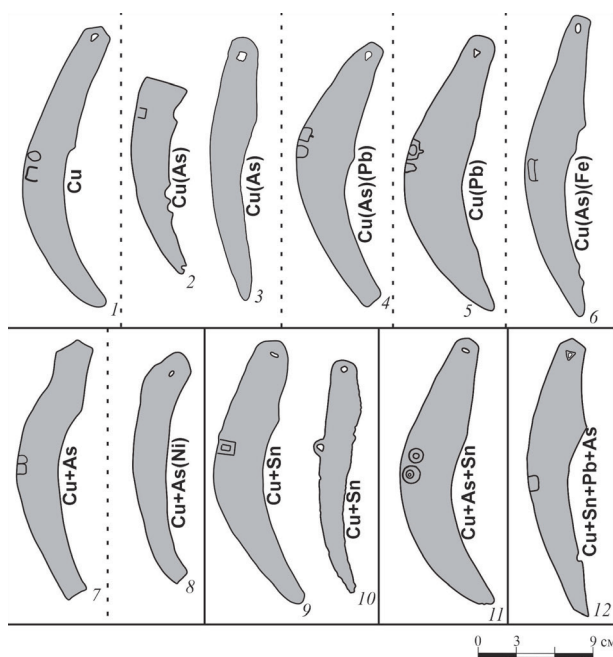


Рис. 2. Распределение некоторых серповидных орудий тагарской культуры по химико-металлургическим группам сплавов на основе меди: 1 – № 1502; 2 – № 1602; 3 – Тисульский район Кемеровской области; 4 – № 1650; 5 – № 1470; 6 – № 1485; 7 – № 1479; 8 – № 1474; 9 – поселение Исток; 10 – могильник Косоголь II; 11 – № 1624; 12 – № 1648; 1, 2, 4, 6, 7 – по [18]; 5, 8, 11, 12 – без масштаба, по [29]
Fig. 2. Tagar sickles by chemical-metallurgical profiles of copper-based alloys: 1 – No. 1502; 2 – No. 1602; 3 – Tisul district of the Kemerovo region; 4 – No. 1650; 5 – No. 1470; 6 – No. 1485; 7 – No. 1479; 8 – No. 1474; 9 – settlement Istok; 10 – Kosogol II burial ground; 11 – No. 1624; 12 – No. 1648; 1, 2, 4, 6, 7 – after [18]; 5, 8, 11, 12 – without scale, after [29]

В результате измерений параметров восьми орудий по методике, предложенной Ю. А. Красновым, установлено: № 1502 (рис. 2, 1) с длиной основания 19,4 см и высотой дуги лезвия 3,3 см; № 1602 (рис. 2, 2) с длиной основания 14,7 см и высотой дуги лезвия 1,7 см; № 1650 (рис. 2, 4) с длиной основания 9,1 см и высотой дуги лезвия 3 см; № 1485 (рис. 2, 6) с длиной основания 12,5 см и высотой дуги лезвия 1,7 см; № 1479 (рис. 2, 7) с длиной основания 16,4 см и высотой дуги лезвия 2,8 см; серп с поселения Исток (рис. 2, 9) с длиной основания 13,6 см и высотой дуги лезвия 1,9 см. Эти орудия из меди, мышьяковой меди, мышьяковистой и оловянистой бронзы, согласно принятому подходу, являются серпами. Орудия из Тисульского района (рис. 2, 3) с длиной основания 11,7 см и высотой дуги лезвия 1,1 см и из могильника Косоголь II (рис. 2, 10) с длиной основания 14,3 см и высотой дуги лезвия 1 см являются жатвенными ножами, изготовлены из мышьяковой меди и из оловянистой бронзы соответственно.

Заключение

Приведенные наблюдения пока охватывают небольшое число экземпляров серповидных орудий, найденных в широких географических пределах от северо-восточного Присалаирья (Кузнецкая котловина) на западе до Минусинских котловин на востоке. Являясь специализированными орудиями земледелия, они могли быть задействованы в процессе заготовки кормов для домашнего скота. Рассмотренные орудия произведены из меди, в том числе мышьяковой, и из сплавов на медной основе – мышьяковистой, оловянистой и многокомпонентной бронзы. При этом выявленные химико-металлургические группы медно-бронзовых сплавов не имеют взаимосвязей ни с морфологией орудий, ни с выполненными на их поверхности рисунками. Предварительно, по особенностям набора элементов, встреченных в составе металла серповидных орудий в повышенных концентрациях, получен вывод об их производстве с применением медных руд наподобие тех, что добывались в течение всего тагарского времени на рудниках Глафиринском и Хараджульско-Бутрахтинском (восточные предгорья Кузнецкого Алатау). По измерениям длины основания и высоты дуги лезвия из числа изученных серповидных орудий выделяются два жатвенных

ножа. Оба предмета происходят из Мариинско-Ачинской лесостепи – найдены в Тисульском районе Кемеровской области и на могильнике Косоголь II (Ужурский район Красноярского края). Дальнейшая работа по изучению элементного состава данной категории орудий требует применения единообразного подхода к классификации, в том числе по строгим метрическим и химико-металлургическим параметрам, и пополнения данных об элементном составе серпов и жатвенных ножей тагарской культуры.

Конфликт интересов: Автор заявил об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и / или публикации данной статьи.

Conflict of interests: The author declared no potential conflict of interests regarding the research, authorship, and / or publication of this article.

Благодарности: Автор признателен д-ру ист. наук, проф. А. И. Мартынову за разрешение привлечь к исследованию неопубликованные материалы из могильника Косоголь II и главному хранителю, руководителю отдела археологии и этнографии КМАЭЭ А. Ю. Бобровой за всестороннюю помощь в работе с фондами Музея.

Acknowledgment: The author is grateful to Prof. A. I. Martynov, Dr. Sci. (Hist.), for his permission to use some unpublished materials from the Kosogol II burial ground and L. Yu. Bobrova, chief curator head of the department of archeology and ethnography of the Museum of Archaeology, Ethnography, and Ecology of Siberia (KemSU), for her assistance with the Museum's funds.

Финансирование: Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки РФ, проект № 0286-2021-0011 «Социокультурогенез и трансграничное взаимодействие древних и средневековых обществ в контактных зонах Западной и Средней Сибири».

Funding: The research was part of State Task from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation "Sociocultural genesis and cross-border interaction of ancient and medieval societies in the contact zones of Western and Central Siberia", No. 0286-2021-0011.

Литература / References

1. Бочкарев В. С. Культурогенез и древнее металлопроизводство Восточной Европы. СПб.: Инфо Ол, 2010. 231 с. [Bochkaryov V. S. *Cultural genesis and ancient metal production of Eastern Europe*. St. Petersburg: Info Ol, 2010, 231. (In Russ.)] EDN: SWSUAB
2. Бочкарев В. С. К вопросу об использовании металлических серпов и серповидных орудий в степных (скотоводческих) культурах эпохи поздней бронзы Восточной Европы. *Российский археологический ежегодник*. 2012. № 2. С. 194–214. [Bochkaryov V. S. Metal sickles and sickle-shaped tools in the steppe (pastoral) cultures of the Late Bronze Age of Eastern Europe. *Rossiiskii arkheologicheskii ezhegodnik*, 2012, (2): 194–214. (In Russ.)] EDN: XYAFCP
3. Левашева В. П. Из далекого прошлого южной части Красноярского края. Красноярск: Краснояргиз, 1939. 68 с. [Levasheva V. P. *The past of the southern part of the Krasnoyarsk Territory*. Krasnoyarsk: Krasnoiargiz, 1939, 68. (In Russ.)]
4. Максименков Г. А. Материалы по ранней истории тагарской культуры. СПб.: Петерб. Востоковедение, 2003. 192 с. [Maksimenkov G. A. *The early history of the Tagar culture*. St. Petersburg: Peterb. Vostokovedenie, 2003, 192. (In Russ.)]

5. Бобров В. В. Погребения скифского времени Кузнецкой котловины в аспекте культурно-исторических процессов. *Фундаментальные проблемы археологии, антропологии и этнографии Евразии*, отв. ред. В. И. Молодин, М. В. Шуньков. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 2013. С. 275–286. [Bobrov V. V. Burials of the Scythian time of the Kuznetsk basin in the aspect of cultural and historical processes. *Basic issues in archaeology, anthropology and ethnography of Eurasia*, eds. Molodin V. I., Shunkov M. V. Novosibirsk: IAET SB RAS, 2013, 275–286. (In Russ.)]
6. Гришин Ю. С. Производство в тагарскую эпоху. *Материалы и исследования по археологии СССР*. 1960. № 90. С. 116–206. [Grishin Yu. S. Production in the Tagar Era. *Materials and studies on the archaeology of USSR*, 1960, (90): 116–206. (In Russ.)]
7. Мартынов А. И. О технологии применения бронзовых серпов. *Известия лаборатории археологических исследований*, ред. А. И. Мартынов. Кемерово, 1970. Вып. 2. С. 93–98. [Martynov A. I. About the technology of using bronze sickles. *News of the archaeological research laboratory*, ed. Martynov A. I. Kemerovo, 1970, iss. 2, 93–98. (In Russ.)] EDN: ZHBUJF
8. Мартынов А. И. Лесостепная тагарская культура. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1979. 208 с. [Martynov A. I. *Forest-steppe Tagar culture*. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-e, 1979, 208. (In Russ.)] EDN: REJYEL
9. Абсаямов М. Б. Мифы Древней Сибири. Красноярск: Красноярский ГАУ, 2004. 304 с. [Absalyamov M. B. *Myths of Ancient Siberia*. Krasnoyarsk: KrasSAU, 2004, 304. (In Russ.)] EDN: QOVPIPI
10. Киселев С. В. Древняя история Южной Сибири. 2-е изд. М.: АН СССР, 1951. 644 с. [Kiselyov S. V. *Ancient history of Southern Siberia*, 2nd ed. Moscow: AS USSR, 1951, 644. (In Russ.)] EDN: SIIIEX
11. Членова Н. Л. Тагарская культура. *Степная полоса Азиатской части СССР в скифо-сарматское время*, отв. ред. М. Г. Мошкова. М.: Наука, 1992. С. 206–224. [Chlenova N. L. Tagar culture. *Steppe zone of the Asian part of the USSR in Scythian-Sarmatian time*, ed. Moshkova M. G. Moscow: Nauka, 1992, 206–224. (In Russ.)] EDN: WANDSD
12. Вадецкая Э. Б. Археологические памятники в степях Среднего Енисея. Л.: Наука, 1986. 179 с. [Vadeckaya E. B. *Archaeological sites in the steppes of the Middle Yenisei*. Leningrad: Nauka, 1986, 179. (In Russ.)] EDN: RWXFON
13. Теплоухов С. А. Опыт классификации древних металлических культур Минусинского края (В кратком изложении). *Материалы по этнографии*. Л.: ГРМ, 1929. Т. IV. Вып. II. С. 41–57. [Teploukhov S. A. The experience of the classification of ancient metal cultures of the Minusinsk region (In summary). *Materials on the ethnography*. Leningrad: GRM, 1929, vol. IV, iss. II, 41–57. (In Russ.)]
14. Левашева В. П. Сельское хозяйство. *Очерки по истории русской деревни X–XIII вв.*, ред. Б. А. Рыбаков. М.: Госкультпросветиздат, 1956. Вып. 32. С. 19–105. [Levasheva V. P. Agriculture. *Essays on the history of the Russian village of the X–XIII centuries*, ed. Rybakov B. A. Moscow: Goskultprosvetizdat, 1956, iss. 32, 19–105. (In Russ.)]
15. Борисенко А. Ю. Рудольф Вирхов о сибирских бронзах. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История, филология*. 2010. Т. 9. № 7. С. 22–26. [Borisenko A. Yu. Rudolf Virchow about Siberian bronze. *Vestnik Novosibirskogo Gosudarstvennogo Universiteta, Seriya: Istoriya, Filologiya*, 2010, 9(7): 22–26. (In Russ.)] EDN: NBODML
16. Наумов Д. В. Производство и обработка древних медных и бронзовых изделий Минусинской котловины. *Новые методы в археологических исследованиях*, отв. ред. С. И. Руденко. М.-Л.: АН СССР, 1963. С. 159–190. [Naumov D. V. Production and processing of ancient copper and bronze items from the Minusinsk Basin. *New methods in archaeological research*, ed. Rudenko S. I. Moscow-Leningrad: AS USSR, 1963, 159–190. (In Russ.)]
17. Бобров В. В. Аварийное исследование памятника Исток. *Археологические открытия*. 2007. Т. 2005. С. 422–424. [Bobrov V. V. Emergency investigation of the Istok monument. *Arkheologicheskie otkrytiia*, 2007, 2005: 422–424. (In Russ.)]
18. Сунчугашев Я. И., Носова Р. С. О химическом составе древних медных серпов и слитков из Хакасско-Минусинской котловины. *Ученые записки ХакНИИЯЛИ*. 1972. Вып. XVII. № 4. С. 231–234. [Sunchugashev Ia. I., Nosova R. S. The chemical composition of ancient copper sickles and ingots from the Khakass-Minusinsk basin. *Uchenye zapiski KhakNIILi*, 1972, XVII(4): 231–234. (In Russ.)]
19. Конецкий В. Я., Самойлов К. Г. К проблеме возникновения пашенного земледелия в лесной зоне Восточной Европы в I тыс. н. э. *Археологические вести*. 2000. № 7. С. 320–328. [Konetsky V. Ya., Samoilov K. G. On the origin of the tilling agriculture in the forest zone of Eastern Europe in the 1st millennium A.D. *Arkheologicheskie vesti*, 2000, (7): 320–328. (In Russ.)] EDN: TKIDEF
20. Сарапулов А. Н. О времени появления пашенного земледелия в Пермском Предуралье. *Вестник Пермского научного центра УрО РАН*. 2016. № 3. С. 37–41. [Sarapulov A. N. About the time of appearance of plough farming in the Perm Cis-Urals. *Perm Federal Research Center Journal*, 2016, (3): 37–41. (In Russ.)] EDN: XHOMCV
21. Вязов Л. А. Земледелие племен именьковской культуры. *Вестник Самарского государственного университета*, 2008. № 5-1. С. 32–42. [Vyazov L. A. Agriculture of Imenkov culture tribes. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2008, (5-1): 32–42. (In Russ.)] EDN: OOLKMX
22. Краснов Ю. А. Раннее земледелие и животноводство в лесной полосе Восточной Европы (II тысячелетие до н. э. – первая половина I тысячелетия н. э.). М.: Наука, 1971. 168 с. [Krasnov Yu. A. *Early agriculture and animal husbandry in the forest zone of Eastern Europe (II millennium BC – first half of the I millennium AD)*. Moscow: Nauka, 1971, 168. (In Russ.)] EDN: YMUGZR

23. Разуваев Ю. Д., Горбаненко С. А. К характеристике земледельческого хозяйства населения городецкой культуры бассейна Дона и Цны. *Российская археология*. 2015. № 3. С. 55–66. [Razuvaev Yu. D., Gorbanenko S. A. On the characteristics of farming among the population of the Gorodetsaya culture in the basins of the rivers Don and Tsna. *Rossiiskaja Arheologija*, 2015, (3): 55–66. (In Russ.)] EDN: UJHZSP
24. Бороффка Н., Манту-Лазарович К.-М. Зимовка степных скотоводов и два уральских бронзовых серпа из Пойенешть (Румыния). *Российский археологический ежегодник*. 2012. № 2. С. 172–193. [Boroffka N., Mantu-Lazarovich K.-M. Wintering of steppe cattle-breeders and two Ural bronze sickles from Poienesti (Romania). *Rossiiskii arheologicheskii ezhegodnik*, 2012, (2): 172–193. (In Russ.)]
25. Наумов Д. В., Миняев С. С. Химический состав металлических предметов Самарского клада. *Краткие сообщения Института археологии*. 1972. № 132. С. 89–91. [Naumov D. V., Minyaev S. S. Chemical composition of metal objects of the Samara treasure. *Kratkiye Soobshcheniya Instituta Arkheologii*, 1972, (132): 89–91. (In Russ.)]
26. Мокрушин В. П., Нарожный Е. И. Клад бронзовых серпов из Кабардино-Балкарии. *Связи и взаимоотношения культур бронзового века Циркумпонтийского региона: новые данные и материалы: тезисы докладов круглого стола*. (Москва, 3–5 декабря 2018 г.) М.: ИА РАН, 2018. С. 58–59. [Mokrushin V. P., Narozhnyi E. I. Hoard of bronze sickles from Kabardino-Balkaria. *Connections and relationships of cultures of the Bronze Age of the Circumpontian region: new data and materials: round table reports*, Moscow, 3–5 Dec 2018. Moscow: IA RAS, 2018, 58–59. (In Russ.)] <https://doi.org/10.25681/IARAS.2018.978-5-94375-261-2.58-59>
27. Алаева И. П., Медведева П. С., Рассомахин М. А., Анкушев М. Н. Литейная форма для отливки серпов-косарей финала бронзового века (из коллекции музея Ильменского государственного заповедника). *Геоархеология и археологическая минералогия*. 2017. Т. 4. С. 135–139. [Alaeva I. P., Medvedeva P. S., Rassomahin M. A., Ankushev M. N. Casting mold for casting sickles-mowers of the final Bronze Age: from the collection of the Museum of the Ilmen State Reserve. *Geoarkheologiya i arheologicheskaya mineralogiya*, 2017, 4: 135–139. (In Russ.)] EDN: ZFHWKZ
28. Каштанов Л. И. Химический состав древних цветных сплавов на территории СССР. *Труды Моск. инженерно-экономического ин-та им. С. Орджоникидзе*. 1951. Вып. 1. С. 101–135. [Kashtanov L. I. The chemical composition of ancient non-ferrous alloys on the territory of the USSR. *Trudy Mosk. inzhenerno-ekonomicheskogo in-ta im. S. Ordzhonikidze*, 1951, (1): 101–135. (In Russ.)]
29. Богданова-Березовская И. В. Химический состав металлических предметов из Минусинской котловины. *Новые методы в археологических исследованиях*, отв. ред. С. И. Руденко. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 115–159. [Bogdanova-Berezovskaya I. V. Chemical composition of metal objects from the Minusinsk Basin. *New methods in archaeological research*, ed. Rudenko S. I. Moscow-Leningrad: AS USSR, 1963, 115–159. (In Russ.)]
30. Лобода А. Ю., Терещенко Е. Ю., Антипенко А. В., Ретивов В. М., Пресняков М. Ю., Колобылина Н. Н., Кондратьев О. А., Шишлина Н. И., Яцишина Е. Б., Кашкаров П. К. Методы определения элементного состава металла археологических объектов при коррозионных наслоениях и в ограниченных условиях пробоотбора материала. *Поволжская Археология*. 2018. № 4. С. 203–221. [Loboda A. Yu., Tereschenko E. Yu., Antipenko A. V., Retivov V. M., Presnyakov M. Yu., Kolobylyina N. N., Kondrat'ev O. A., Shishlina N. I., Yacishina E. B., Kashkarov P. K. Local and integral techniques in metal compositional analysis of archaeological objects with surface corrosion layers and small sample quantities. *Povolzhskaya Arkheologiya*, 2018, (4): 203–221. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24852/2018.4.26.203.221>
31. Хаврин С. В. Тагарские бронзы. *Мировоззрение. Археология. Ритуал. Культура*. СПб., 2000. С. 183–194. [Khavrin S. V. Tagar bronzes. *Worldview. Archeology. Ritual. Culture*. St. Petersburg, 2000, 183–194. (In Russ.)]
32. Хаврин С. В. Тагарские бронзы Ширинского района Хакасии. А. В.: *Сборник научных трудов в честь 60-летия А. В. Виноградова*, науч. ред. С. В. Хаврин. СПб.: Культ-Информ-Пресс, 2007. С. 115–123. [Khavrin S. V. The Tagar bronzes of the Shirinsky district of the Republic of Khakassia. A. V. *Collection of scientific papers in honor of the 60th anniversary of A. V. Vinogradov*, eds. Khavrin S. V. St. Petersburg: Kult-Inform-Press, 2007, 115–123. (In Russ.)] EDN: QPGJIF
33. Савельева А. С. Металл поселения Исток в Кузнецкой котловине: результаты рентгенофлуоресцентного анализа. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История, филология*. 2010. Т. 9. № 5. С. 56–63. [Savel'eva A. S. The results of XRay fluorescence studies of metal from Istok settlement in Kuznetsk hollow. *Vestnik Novosibirskogo Gosudarstvennogo Universiteta, Seriya: Istoriya, Filologiya*, 2010, 9(5): 56–63. (In Russ.)] EDN: LNRCSM
34. Сунчугашев Я. И. Древнейшие рудники и памятники ранней металлургии в Хакасско-Минусинской котловине. М.: Наука, 1975. 174 с. [Sunchugashev Ya. I. *Most ancient mines and the sites of early metallurgy in the Khakass-Minusinsk depression*. Moscow: Nauka, 1975, 174. (In Russ.)] EDN: PMTGQC