

И.В. Сальникова

Институт археологии и этнографии СО РАН
Новосибирск, Россия
E-mail: salnikovair52@gmail.com

К вопросу о технологии изготовления ритуальной чаши из бассейна р. Ялбынья (приток Северной Сосьвы): результаты исследования элементного состава сплава

Летом 2023 г. Приполярным этнографическим отрядом при обследовании раннесредневекового городища Ус-нёл в устье р. Ялбынья, притока Северной Сосьвы (ХМАО) была обнаружена бронзовая чаша. В верхней трети чаши на лицевой стороне нанесено гравировкой изображение рыбы, плывущей против солнца. Схематичное граффити напоминает сюжеты, нанесенные на культовые зеркала и диски в эпоху раннего железа. В центре, на дне полый конус, окруженный двумя валиками. Способ оформления центральной части изделия и наличие граффити находят аналогии в сарматских зеркалах и культовых дисках, широко бытовавших на территории Урала. Эта группа изделий вызывает большой интерес, и есть данные о составе сплава, из которого они изготовлены, и о технологии изготовления. Зеркала и диски выполнены из высокооловянистой бронзы методом горячейковки. Этим же способом изготовлены чаши, обнаруженные в археологических синхронных комплексах Средней Азии. Спектральный анализ чаши показал, что для ее изготовления был использован сплав с высоким содержанием олова. Количественно разный состав ингредиентов на разных участках изделия говорит о различной степени сохранности его поверхности и следах ремонта. Рентгенографическое исследование структуры обнаружило ее слоистость (отсутствие гомогенности), что указывает на способ изготовления чаши методом горячейковки с дополнительной обработкой тыльной поверхности для придания ей золотистого оттенка. Сплав, из которого изготовлена чаша, отличается от сплава культовых предметов Южного Урала и Средней Азии более высоким процентом содержания олова. Можно предположить, что она, как культовый предмет, была изготовлена в одном из этих регионов, и через Среднюю Азию попала в таежную зону.

Ключевые слова: культовая чаша, Северная Сосьва, Средняя Азия, спектральный анализ, рентгенография, высокооловянистая бронза, горячаяковка.

I.V. Salnikova

Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS
Novosibirsk, Russia
E-mail: salnikovair52@gmail.com

On the Technology of Manufacturing a Ritual Bowl from Yalbynnya River Basin (Tributary of the Northern Sosva): Alloy Elemental Composition

In the summer of 2023, a bronze bowl was discovered during the survey of the Early Medieval settlement of Us-nyol at the mouth of the Yalbynnya River, a tributary of the Northern Sosva River, in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. An image of a fish swimming against the sun was engraved on the frontal side in the upper third of the bowl. The stylized graffiti was reminiscent of the subjects depicted on cultic mirrors and disks in the Early Iron Age. In the center, at the bottom, there was a hollow cone encircled with two bands. The design of the central part of the object and presence of graffiti find parallels in the Sarmatian mirrors and cultic disks which widely occur in the Urals. Data on the composition of alloy from which they were made and on manufacturing technology is available for this interesting group of artifacts. Mirrors and disks were made of high-tin bronze by hot forging. The bowls which have been discovered at the archaeologically synchronous complexes in Central Asia, were made in the same way. Spectral analysis of the Yalbynnya bowl has shown that alloy with high tin content was used for its manufacturing. Quantitatively different composition of ingredients in different parts of the object indicates different preservation degrees of its surface and traces of repairs. X-ray examination of the structure has revealed its layering (lack of homogeneity), which indicates the method of making the bowl by hot forging with additional processing of the back surface to give it a golden hue. The alloy used for making the Yalbynnya bowl differs from alloys in the cultic objects from the Southern Urals and Central Asia by higher percentage of tin. It can be assumed that it was made as a cultic object in one of these regions, and subsequently reached the taiga zone through Central Asia.

Keywords: cultic bowl, Northern Sosva, Central Asia, spectral analysis, radiography, high-tin bronze, hot forging.

Введение

В текущем году продолжена исследовательская и собирательская деятельность Приполярного этнографического отряда (руководитель д-р ист. наук А.В. Бауло). Маршрут предусматривал посещение известного с XIX в. мифологизированного священного места, находящегося в устье р. Ялбынья (Ялпынг) «Священная Святая река», притока Северной Сосьвы (Березовский р-н, Ханты-Мансийский национальный округ). В этом же месте находится археологический памятник – раннесредневековое городище Ус-нёл [Бауло, 2009]. Городище нанесено на археологическую карту Нижнего и Среднего Приобья. «Городище, называемое Ус-нёл расположено в устье пересыхающей реки Яблани. В конце XIX в. оно осмотрено Н.Л. Гондатти, в 1948 г. В.Н. Чернецовым. Находки находятся в МАИ» [Галицкая, 1953 г, с. 264]. Памятник, вероятно, многослойный, песчаный берег усеян фрагментами керамики VI–VII вв., в предыдущие годы там были обнаружены многочисленные изделия из бронзы раннего железного века. Они вошли в состав коллекции музея Истории и культуры народов Сибири и Дальнего Востока ИАЭТ СО РАН. Информация о городище и найденных предметах представлена в публикациях А.В. Бауло [Бауло, 2009; 2011]. В этом году на песчаном берегу под корнем высокой сосны, на обрешенной части берега, в обвале обнаружена бронзовая чаша. Она была перевернута вверх дном, и почти полностью засыпана песком.

Описание источника и методы исследования

Изделие имеет полусферическую форму, диаметр по венчику 14,4 см, высота 3,3 см, венчик уплощен, толщина стенок ок. 2 мм. На дне с внешней стороны расположен конический полый выступ 1,5 см, высота 0,6 см, с неглубокой лункой посередине. Конус окружен двумя валиками. Внутренний валик едва заметен, внешний гранчатый, диаметром 5,3 см, шириной 10–11 мм. В верхней части стенки чаши имеется патинированное просверленное отверстие, диаметром 3 мм. На обороте рядом с отверстием видна едва различимая узкая коррозированная полоска длиной 7 мм., идущая вдоль кромки венчика. На одном крае венчика видна вставка – заплата, которая переходит на внешнюю сторону чаши. В верхней части лицевой стороны изделия острым предметом нанесено изображение рыбы, плывущей против солнца. Рыба представлена в профиль, виден боковой плавник, тремя наклонными линиями обозначен спинной плавник, показаны жабры, раздвоенный хвост. На тыльной стороне чаши в центре видна окружность диаметром 10 мм с обратным конусом посередине, окруженная желобом, ширина которого равна ширине внешнего валика (рис. 1, 1–3).

Сохранность предмета неполная: есть сколы по срезу венчика. Отверстие в стенке овальной формы с неровными краями и трещиной, длина его 23 мм, ширина 10 мм. Второе отверстие длиной 5,7 мм и шириной 3 мм расположено на дне изделия между валиками. Поверхность изделия гладкая, покрыта благородной патиной, но с лицевой стороны на стенках чаши есть участки, покрытые дикой патиной ярко зеленого цвета. Между валиками поверхность патинирована полностью и имеет белесый оттенок, пятно дикой патины на высоком валике, оно же видно с тыльной стороны.

Дно чаши оформлено двумя валиками и конусообразным выступом с маленькой выемкой посередине. Наличие граффити натолкнуло на поиск аналогий с зеркалами и дисками раннего железного века*. В Березовском р-не ХМАО зеркала и диски этого периода с нанесенными на поверхность рисунками неоднократно встречены в составе культовых комплексов и кладов [Бауло, Белогай, 2020; Приступа, Стародумов, Яковлев, 2002; Федорова, Гусев, Подосенко, 2016]. Чаши, как сакральные предметы единичны. Одна из них опубликована. В семье, где она хранилась, считалась «чашей счастья, приносящей счастье в дом или звонкой чашей, потому что при ударе издавала звук. Она входила в состав «клада из семи чаш» [Бауло, 2011, с. 38)]. К сожалению, на рисунке не показан декор оформления дна сосуда. В исследованиях, посвященных зеркалам и дискам, авторы большое внимание уделяют составу металла изделий, а также оригинальной и трудоемкой технологии изготовления этих сакральных предметов. По мнению исследователей, [Равич, 2004; 2006; 2012; Равич, Шемаханская, 1987; Шемаханская, 2008] все изделия изготовлены методом горячейковки из высококованной бронзы. Для уточнения состава сплава и технологии изготовления мы провели ряд исследований. Для определения состава сплава был использован метод РФА, в результате которого определен элементный и количественный состав сплава чаши. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) – один из современных спектроскопических методов исследования вещества с целью получения его элементного состава без разрушения изделия. Исследование проведено директором Центрального Сибирского геологического музея ИГМ СО РАН канд. геол. наук А.В. Вишневым на портативном РФ спектрометре Olympus Vanta M. Время набора спектра 30 секунд, область возбуждения диаметром 2 мм и 3,5 мм. Замеры производились на десяти точках, по одному-два замера на точке. Результаты на одной и той же точке разнятся, но это объяснимо, поскольку невозможно точно попасть в одно и то же место. Две точки замера

*Подробное это вопрос рассмотрен в статье И.В. Сальниковой, П.И. Шульги «Бронзовая чаша с конусом из Нижнего Приобья» в этом сборнике.



Рис. 1. Бронзовая чаша с граффити из Яблани.

1 – внутренняя сторона чаши; 2 – внешняя сторона чаши; 3 – граффити.

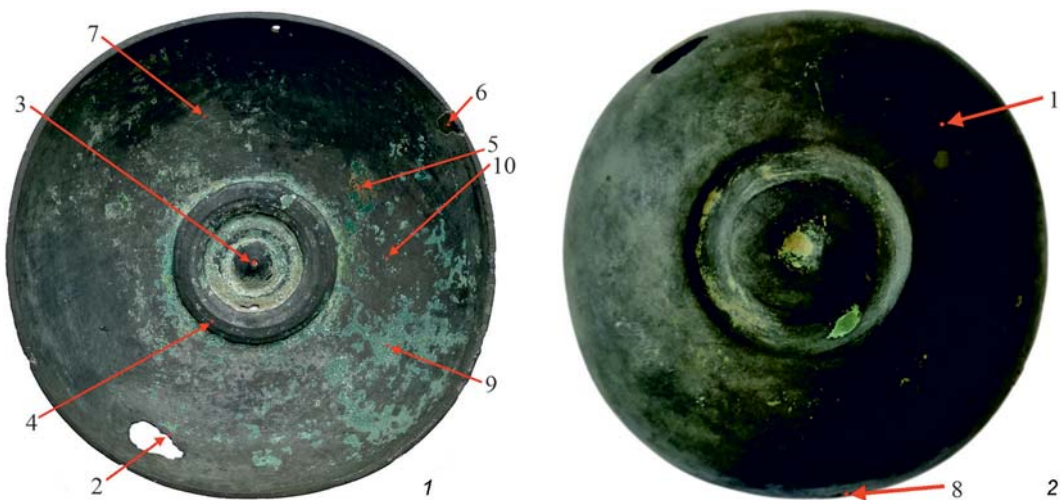


Рис. 2. Точки замеров для РФА.

1 – внутренняя сторона; 2 – внешняя сторона.

с тыльной стороны: в верхней части, (участок с естественной патиной – 1), вторая точка над просверленным отверстием, где следы коррозии коричневого цвета (8). С внутренней части чаши: срез отверстия (2), лунку в центре выступающего конуса (3), валик (4), следы золочения (5, 10), место поновления – заплаты (6), силуэт граффити (7), неоднородность в патинировании (9) – участок с дикой патиной. Точки замеров показаны на рисунке (рис. 2. 1, 2). Результаты исследования представлены в таблице.

Второй метод исследования – рентгенография предмета. Он проведен мл. науч. сотр. М.С. Кишкурно на ПРДУ-02 (ЗАО «Элтех», г. Санкт-Петербург) в ИАЭТ СО РАН (режим: напряжение 50 кВ, сила тока 0,07 мА, время экспонирования 10 с). Визуализация изображения граффити осуществлялась в программе Quantor Med, ver. 2.0 посредством сканера Fire CR.

Для уточнения иконографии изображения граффити и получения макроснимка использован бинокляр Stemi 508 с камерой AxioCamHRC 5 (CariZeiss). Фотографирование проводила мл. науч. сотр. лаборатории «PaleoData» ИАЭТ СО РАН М.О. Филатова.

Результаты и обсуждения

Результаты спектрального анализа поверхности чаши показали, что изделие изготовлено из высокооловянистой бронзы – сплава меди и олова, где медь занимает лидирующее положение. Соотношение меди к олову от 1,19 до 7,05 (см. таблицу). Гомогенность структуры изделия отсутствует, на что указывают показатели, свидетельствующие о разном составе металла на различных участках предмета. Такая структура говорит о технике изготовления предмета. Чаша создавалась путем горячейковки. Большое количество олова снижает температуру плавления. Сплав отличается высокой коррозионной стойкостью.

Металл на «заклепке» (точка 6), имеет другой состав, практически равное соотношение меди и олова. Следовательно, это уже более поздние следы ремонта стенки – на трещину методом лужения поставлена заклепка (заплата), препятствующая дальнейшему разрушению предмета. Трещина визуалью не видна, но фиксируется при рентгенографическом исследовании, что подтверждает гипотезу о ремонте предмета. На

месте коррозии, возле искусственного отверстия в составе сплава (точка 8) фиксируется большое количество железа – 56,6 %. Можно предположить, что в отверстие была вставлена железная петля, которая не сохранилась.

Обращает на себя внимание состав сплава в точках, где видны следы явно золотистого цвета (точка 5) и следы золотистости (точка 10). В этих точках отмечен самый большой процент меди – до 82 % при уменьшении доли олова и наличие висмута от 1,59 % до 0,72 %. Данный бронзовый сплав коррозионно-стойкий. Висмутовая бронза и латунь более пластичны, теплопроводны и полируются лучше, чем обычные латуни [Висмутовая бронза]. Вопрос о наличии висмута в сплаве остается открытым. Существуют две точки зрения: некоторые исследователи утверждают, что «примеси висмута и свинца не должны быть выше 0,05 и 0,5%, иначе сплавы будут горячеломкими» [Равич, 2006, с. 42]. Другие отмечают наличие в сплаве таких элементов как висмут, сурьма и мышьяк, и положительную связь между ними, объясняя это использованием металла из разных источников [Конькова, 1989, с. 61]. Можно предположить, что вся внутренняя поверхность изделия, включая центр конуса (точка 3), где также есть в составе висмут, была покрыта составом, который препятствовал коррозии и имитировал золочение.

В одном замере – в местах дикой патины (точка 9) меди более 65 %, это связано с коррозией металла. Она во влажной среде появляется на поверхности изделия из бронзы в виде углекислых солей меди. Ярко-зеленый цвет и химический состав дикой патины сходен с составом природного малахита.

Состав металла изделия совпадает с составом сплавов зеркал и дисков, по мнению ученых, изучавших зеркала и диски. Действительно, чаша изготовлена из высокооловянистой бронзы. Но исследователи фиксируют определенное количество олова (20–22 %) в составе сплава, который использовался для обеспеченияковки изделий. Технология изготовления и металлографические анализы представлены в многочисленных работах И.Г. Равич, [Равич, 2004; 2006; 2012; Равич, Шемаханская 1987; Шемаханская, 2008]. Авторы приходят к выводу, что «большинство изделий изготовлялось методом горячейковки литой заготовки, с содержанием олова от 20–23 %» [Равич 2006, с. 47]. В составе описываемой чаши олово превышает эти пределы. Количество этого элемента на различных участках колеблется от 11,72 до 40,83 %. В нашем случае, исключая показатели замеров точек 6 и 8, мы получили среднюю величину олова в сплаве – 27,3 %. Только в двух известных нам случаях фиксируется большее количество олова в изделиях, изготовленных

Элементный состав материала чаши

	Al	Si	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Hg	Pb	Bi	U	Точка замера	
	-	-	-	-	0,31	0,06	-	3,52	0,02	0,06	54,72	0,07	1,55	0,66	37,47	0,52	0,04	-	0,90	0,10	-	99,98	1
	-	-	-	-	0,30	0,06	-	3,92	-	0,06	49,75	0,06	1,73	0,80	41,67	0,57	0,03	0,02	0,89	0,11	-	99,98	1
	-	-	-	-	0,26	0,08	0,06	4,64	0,03	0,06	49,58	0,11	1,60	0,59	40,67	0,60	0,02	-	0,94	0,41	-	99,65	2
	-	-	-	-	0,14	0,12	0,07	3,53	0,03	0,05	49,99	0,07	1,45	0,68	40,83	0,60	-	-	0,89	0,61	0,00	99,06	3
	-	-	-	-	0,41	0,09	0,05	3,58	-	0,05	53,60	-	1,40	0,60	37,34	0,67	-	-	0,79	0,56	0,00	99,14	3
	-	-	-	-	0,22	0,04	0,02	2,90	0,02	0,06	60,94	0,08	1,23	0,53	32,54	0,44	0,04	-	0,81	0,11	-	99,98	4
	-	-	-	-	0,19	0,04	-	2,80	0,03	0,05	60,03	0,05	1,22	0,51	33,59	0,47	0,04	-	0,87	0,09	-	99,99	4
	-	-	-	-	0,13	0,03	0,02	1,35	0,03	0,05	79,94	0,08	0,69	0,22	16,36	0,27	0,04	-	0,65	0,07	-	99,95	5
	-	-	-	-	-	0,11	0,05	1,23	0,02	0,04	82,59	0,08	0,55	0,15	11,72	0,28	0,01	-	0,55	1,59	0,02	99,01	5
	-	-	-	-	0,42	0,03	0,10	6,04	-	0,07	39,20	0,12	1,55	0,71	48,89	0,79	0,02	-	0,80	0,25	-	98,98	6
	-	-	-	-	0,18	0,11	0,06	7,14	-	0,08	43,70	0,13	1,78	0,73	43,42	0,66	0,01	-	0,99	0,41	-	99,41	6
	-	-	-	-	0,90	0,06	-	6,13	-	0,08	44,33	0,07	1,72	0,69	44,36	0,57	0,02	-	0,93	0,14	-	99,98	6
	-	-	-	-	0,31	0,08	0,05	2,88	0,04	0,07	61,23	0,12	1,11	0,44	31,36	0,61	0,05	-	0,73	0,43	-	99,52	7
1,56	3,66	0,26	0,55	-	-	-	0,05	56,06	-	-	10,84	0,08	0,33	0,10	5,14	0,01	-	-	0,05	-	-	78,69	8
-	-	-	-	-	-	0,11	0,60	2,29	0,02	0,02	65,65	0,07	0,90	0,45	27,75	0,44	0,02	0,02	0,74	0,82	-	99,91	9
-	-	-	-	-	0,26	0,06	0,07	2,07	0,04	0,03	71,84	0,10	0,87	0,37	22,02	0,34	0,02	-	0,79	0,69	0,01	99,55	10
-	-	-	-	-	0,21	0,09	0,10	2,11	0,05	0,07	71,52	-	0,88	0,33	22,10	0,38	0,04	-	0,75	0,72	-	99,34	10

методом горячейковки. Чаша из Аверинского могильника II в Прикамье, близкая по описанию и по размерам чаше из Ялбани, датируется концом I тыс. н.э., и в ней содержится 33 % олова [Черных, 2004, с. 96]. В небольшой чашечке из Шайгинского городища, обнаружено 25 % олова [Конькова, 1989, с. 80]. В зеркалах из Ханты-Мансийского музея в изделиях 14, 23 зафиксировано олова до 54,8 %, но они, по мнению авторов, выполнены методом литья по форме [Приступа, Стародумов, Яковлев, 2002, с. 14)].

Результаты рентгенографии показали пустоты на определенных участках, что также свидетельствует о методе изготовления горячейковки. Была зафиксирована трещина на стенке изделия, невидимая визуально. Для предотвращения дальнейшего разрушения изделия ее ремонтировали при помощи наложения бронзовой заплаты на обе стороны чаши (рис. 3, 1, 2).

При макросъемке уточнили иконографию изображения рыбы. Удалось увидеть глаз рыбы, который показан ромбом в верхней части головы. Сама голова отделена от туловища двумя скобками, видны усы, отходящие от нижней части головы, еще один брюшной плавник, обозначенный подтреугольной фигурой, четко прослежена линия, проходящая от головы почти до хвоста рыбы. Кроме того, макросъемка позволила увидеть многочисленные линии на поверхности чаши, которые можно трактовать как следы шабрения изделия (рис. 3, 3).

Заклучение

Чаша из Ялбани изготовлена из высокооловянистой бронзы методом горячейковки, о чем свидетельствуют результаты спектрального анализа. Ее поверхность полировалась шабрением, внутренняя сторона дополнительно была покрыта составом, который придавал изделию золотистый цвет и увеличивал его антикоррозийные свойства. Можно предположить, что и центр конуса имел позолоченный вид.

Предложенная исследователями реконструкция изготовления чаш может быть применима к этому изделию. Чашу изготовили «из первоначально отлитой заготовки методом горячейковки в узком температурном интервале 600–700 °С, в состоянии красного каления, затем она была закалена в воде» [Конькова, 1989, с. 80]. «После горячейковки бронза покрывается черной окалиной, которую удаляли с помощью специальных металлических шаберов» [Черных, 2004, с. 95]. Чаша имела явно культовое назначение, о чем свидетельствует место ее нахождения (священное место); пробитое отверстие говорит о его ритуальном использовании [Черных, 2004, с. 96].

Исследователи технологии изготовления изделий из высокооловянистой бронзы методом горячейковки отмечают, все эти предметы имеют восточное происхождение [Равич, 2012, с. 251]. «Наиболее ранние изделия обнаружены в Южной Индии, они датируются VIII в. до н.э.». [Равич, 2006, с. 48]. «Зеркала, изготовленные методом горячейковки обнаружены в сакских могильниках VI–IV вв. до н.э.». [Равич, 2004, с. 73]. По ее наблюдениям, значительная часть сарматских зеркал изготовлена таким же способом [Равич, 2006]. Чаши на памятнике кушано-сасанидского времени Ак-Тепе-II в Таджикистане (IV–V вв. н.э.) изготовлены подобной технологией [Равич, 2012; Равич, Шемаханская, 1987]. Позже она исчезает в этом регионе, с истощением запасов руды, содержавшей в своем составе медь и олово [Шемаханская, 2008, с. 294]. В Средневековье такой способ использовался в Иране (VII–XI вв.), Корее (XII–XIV вв.), на Дальнем Востоке, Индии [Равич, 2004, с. 73]. С большой долей вероятности, учитывая буддийскую семантику оформления дна чаши, можно сделать вывод, что она была изготовлена в Юго-Восточной Азии.

Чаша по торговым путям могла сначала попасть в сакскую среду, а затем к носителям сарматской культуры, которые тесно контактировали с кулайскими племенами, по аналогии с сарматскими

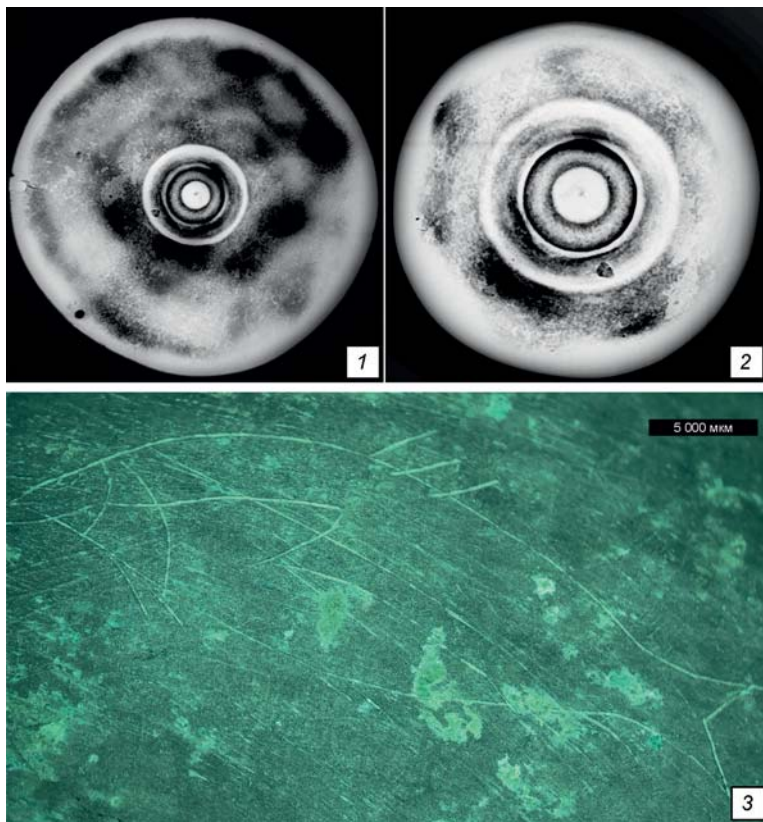


Рис. 3. Рентгенография чаши.

1 – внутренняя сторона; 2 – внешняя сторона; 3 – макросъемка граффити.

зеркалами и дисками, обнаруженными в памятниках саргатской культуры с граффити, нанесенных представителями кулайской общности [Приступа, Стародубов, Яковлев, 2002, с. 13].

Благодарности

Исследование выполнено в рамках проекта НИР ИАЭТ СО РАН № FWZG-2022-0005 «Исследования археологических и этнографических памятников в Сибири эпохи Российского государства».

Список литературы

Бауло А.В. Сокровища Священной реки // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2009. – № 1. – С. 95–100.

Бауло А.В. Древняя бронза из этнографических комплексов и случайных сборов. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2011. – 260 с.

Бауло А.В., Белогай О.И. Казымский клад. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2020. – 248 с.: ил.

Висмутовая бронза // Википедия. – URL: https://wiki5.ru/wiki/Bismuth_bronze (дата обращения 18.10.2023).

Конькова Л.В. Бронзолитейное производство на юге Дальнего Востока СССР. Рубеж II–I тыс. до н.э. – XIII в. н.э. – Л.: Наука, 1989. – 125 с.

Приступа О.И., Стародумов Д.О., Яковлев Я.А. Окно в бесконечность Бронзовые зеркала раннего железного века. – Томск: ГалаПресс, 2002. – 88 с.

Равич И.Г. К вопросу о происхождении и применении зеркал сарматского времени с валиком по краю диска // Исследование и консервация памятников культуры. Памяти Леонида Аркадьевича Лелекова (1934–1988). – М.: Изд-во ГосНИИР, 2004. – С. 67–76.

Равич И.Г. Некоторые типы высококолованных горячеванных зеркал сарматского времени и их технологические особенности // КСИА РАН. – М.: Наука, 2006. – Вып. 220. – С. 42–51.

Равич И.Г. Состав и технология изготовления редких форм зеркал из погребений ранних кочевников Южного Приуралья // Влияния ахеменидской культуры в Южном Приуралье (V–III вв. до н.э.). Т. 1. – М.: Таус, 2012. – С. 247–252.

Равич И.Г., Шемаханская М.С. Химикотехнологическое исследование изделий из медных сплавов, найденных на поселении Актепе II // Седов А.В. Кобадан на пороге раннего Средневековья. – М.: Наука, 1987. – С. 144–147.

Федорова Н.В., Гусев А.В., Подосенова Ю.А. Горнокнязевский клад. Науч. центр изучения Арктики. – Калининград: РОС-ДОАФК, 2016. – 80 с.

Черных Е.М. Бронзовая чаша из Аверинского II могильника: К вопросу об использовании привозной посуды населением Прикамья в I тыс. н.э. // Культурные памятники Камско-Вятского региона. Мат-лы и исследования. – Ижевск: Изд-во УИИЯЛ УрО РАН, 2004. – С. 90–100.

Шемаханская М.С. Феномен высококолованной бронзовой посуды – от древности до наших дней // Исследования

в консервации культурного наследия. Мат-лы Междунар. науч.-методич. конф., посвященной 50-летию юбилею ГосНИИР. – Москва, 11–13 декабря 2007 г. – М.: Индик, 2008. – Вып. 2. – С. 291–299.

References

Baulo A.V. Drevnjaja bronza iz jetnograficheskikh kompleksov i sluchajnykh sborov. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2011. 260 p. (In Russ.).

Baulo A.V. Treasures of the Sacred River. In *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2009. N 1. P. 95–100. (In Russ.).

Baulo A.V., Belogaj O.I. Kazym'skij klad. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2020. 248 p. (In Russ.).

Chernyh E.M. Bronzovaja chasha iz Aversinskogo 2 mogil'nika: K voprosu ob ispol'zovanii privoznoj posudy naseleniem Prikam'ja v 1st tys. n.e. In *Kul'tovye pamjatniki Kamsko-Vjatskogo regiona: Materialy i issledovaniya*. Izhevsk: UIIYAL URB RAS Publ., 2004. P. 90–100. (In Russ.).

Fedorova N.V., Gusev A.V., Podosenova U.A. Gornoknjazevskij klad. Nauch. centr izuchenija Arktiki. Kaliningrad: ROS-DOAFK, 2016. 80 p. (In Russ.).

Vismutovaja bronza. In *Wikipedia*. URL: https://wiki5.ru/wiki/Bismuth_bronze.htm (Accessed: 18.10.2023). (In Russ.).

Kon'kova L.V. Bronzolitoeinoe proizvodstvo na yuge Dal'nego Vostoka USSR. Rubezh 2–1 tys do n.e. – 13th v. n.e. Leningrad: Nauka, 1989. 125 p. (In Russ.).

Pristupa O.I., Starodumov D.O., Yakovlev Y.A. Okno v beskonechnost' Bronzovye zerkala rannego zhelezного века. Tomsk: GalaPress, 2002. 88 p. (In Russ.).

Ravich I.G., Shemakhanskaya M.S. Khimikotekhnologicheskoe issledovanie izdelii iz mednykh splavov, naidennykh na poselenii Aktepe 2. In *Kobadian na poroge rannego srednevekov'ya*. Moscow Nauka. 1987. P. 144–147. (In Russ.).

Ravich I.G. K voprosu o proiskhozhdenii i primenenii zerkal sarmatskogo vremeni s valikom po krayu diska. In *Issledovanie i konservatsiya pamyatnikov kul'tury. Pamyati Leonida Arkad'evicha Leleкова (1934–1988)*. Moscow: GosNIIR Publ., 2004. P. 67–76. (In Russ.).

Ravich I.G. Nekotorye tipy vysokoolovannykh goryachekovannykh zerkal sarmatskogo vremeni i ikh tekhnologicheskie osobennosti. Kratkie soobshcheniya Instituta arkhologii RAS. Moscow: Nauka. Iss. 220. P. 42–51. (In Russ.).

Ravich I.G. Sostav i tekhnologiya izgotovleniya redkikh form zerkal iz pogrebenii rannikh kochevnikov Yuzhnogo Priural'ya. In *Vliyaniya akhemenidskoi kul'tury v Yuzhnom Priural'e (5–3 vv. do n.e.)*. Vol. 1. Moscow: Taus, 2012. P. 247–252. (In Russ.).

Shemakhanskaya M.S. Fenomen vysokoolovyanistoi bronzovoi posudy – ot drevnosti do nashikh dnei. In *Issledovaniya v konservatsii kul'turnogo naslediya. Materialy mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii, posvyashchennoi 50-letnemu yubileyu GosNIIR*. Moscow: Indrik. 2008. P. 291–299. (In Russ.).

Сальникова И.В. <https://orcid.org/0000-0003-3239-9418>