

УДК 902/908, 669.669.1

СТРУКТУРА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЧУГУННОЙ ПОСУДЫ ЗОЛОТООРДЫНСКИХ ГОРОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

© 2018 г. Е. Ф. Шайхутдинова, Р. Х. Храмченкова, А. В. Беляев

В представленной работе проведен анализ результатов определения химического состава и структурных особенностей 12 фрагментов чугунной посуды, найденной на территории селища Комаровка-1, а также Чертова городища, Бекетовка, Мошаик, Большой Толчин и Селитренного городища (Астраханская область). В работе использовались методы оптической эмиссионной спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии. Выявлены основные технологические аспекты производства чугунных котлов с золотоордынских поселений Нижней Волги. Кроме того, выделено два типа чугунной посуды по химическому составу с предварительной привязкой одного из них к местному сырью.

Ключевые слова: археология, Нижняя Волга, Золотая Орда, средневековая металлургия, чугунная посуда, археометрия, сканирующая электронная микроскопия, эмиссионный спектральный анализ.

Введение

Чугунолитейное производство являлось составной частью материальной культуры Золотой Орды, где этот вид ремесла получил широкое развитие и распространение. К чугунолитейным центрам можно отнести как крупные города Золотой Орды, так и небольшие поселения, разбросанные по всей территории государства. Исследованная выборка представлена образцами с Чертова и Селитренного городищ, селищ Комаровка 1, Бекетовка, Мошаик, Большой Толчин и отражает специфику распространения и использования данного типа кухонной посуды. Все памятники, на которых были найдены изученные фрагменты, датируются золотоордынским периодом.

Территория между большими городскими поселениями, такими как Чертово городище, Самосделка, Мошаик находится в междуречье крупнейших судоходных рек. Район дельты Волги является малоизученным в археологическом плане, однако предполагается, что этот район был достаточно хорошо освоен в средние века. Так, только в ходе разведочных работ 2008–2009 гг. было выявлено 42 новых памятника археологии (Валеев, 2009). В результате раскопок был собран богатый

вещевой материал, в том числе и обломки чугунных котлов.

Чертово городище располагается на правом берегу р. Бахтемир, в 3,9 км от с. Троицкое. За весь период археологических исследований на городище было найдено большое количество находок, среди которых фрагменты изразцов, поливная и неполивная керамика, монеты, изделия из цветного и черного металла.

Бекетовское городище, расположенное в 4 км к юго-востоку от с. Бекетовка, имеет площадь около 18 га и расположено на левобережье Бахтемира, на невысоком бэровском бугре на берегу безымянного ерика. На территории городища был собран богатый подъемный материал: поливная и неполивная керамика, фрагменты изделий из черного и цветного металла, кости. По подъемному материалу период существования городища определяется домонгольским и золотоордынским временем (Валеев, 2009).

Поселение Большой Толчин, датированное исследователями золотоордынским периодом, находится на левом берегу р. Бахтемир, в 1,7 км к юго-востоку от с. Маячное.

Одним из крупнейших городищ Нижнего Поволжья золотоордынского периода является городище Мошаик.

Мощность культурного слоя на городище достигает 2 м. Вещевой материал представлен многочисленными фрагментами поливной керамики, изделиями из черного и цветного металла.

Самым крупным памятником на Нижней Волге является Селитренное городище. Расположено на правом берегу р. Ахтуба в 120 км к северу от г. Астрахань. Многолетние археологические исследования на Селитренном городище дали богатейший материал для изучения истории Золотой Орды. В XIII веке Сарай-Бату из небольшого поселения превратилось в столицу Золотой Орды и являлось крупнейшим торговым и политическим центром.

Все эти средневековые памятники Поволжья и прилегающей к ней территории связаны с изготовлением чугунных котлов и дают интереснейшее представление о производстве чугуна.

Несмотря на ведущую роль Золотой Орды в металлургии железа и производстве изделий из него на европейской части, эта страница средневекового ремесла слабо изучена. Исследованные археологические артефакты, найденные на территории Поволжья, служат доказательством того, что многие изделия были произведены на месте их обнаружения. Однако основной нерешенной научной проблемой остается выявление сырьевых источников и реконструкция технологии чугунолитейного производства.

Применение тонких методов исследования изломов и аншлифов позволяет проследить формирование фазовой структуры и изменение химического состава в трехмерном пространстве в процессе затвердевания расплавленного металла, что в синтезе с археологическими и историческими данными позволяет осуществить реконструкцию ремесленных традиций чугунолитейного производства Золотой Орды, преемственность литейных школ в Поволжье, а также проследить торгово-экономические связи золотоордынских городов XIII–XV вв.

Материалы и методы

Исследования проводились на 12 образцах из астраханской области мето-

дом оптической и электронной микроскопии на оборудовании (ОМ и СЭМ) axio observer z1, axio imager.z2m и auriga crossbeam с энергодисперсионным спектрометром inca x-max в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А.Н. Туполева – КАИ (Казань):

- Чертово городище – 5 шт.;
- Комаровка 1 – 1 шт.;
- Бекетовка – 3 шт.;
- Мошаик – 1 шт.;
- Большой Толчин – 1 шт.;
- Селитренное городище – 1 шт.

Образцы представляют собой кусочки металла примерно 2,0×1,0 см, полученные путем отлома от исходных стенок котла. Толщина образцов варьирует от 0,5 до 2,0 см. После изучения морфологии изломов образцов ОМ, для изучения продольной структуры и химического состава методом СЭМ из них были изготовлены аншлифы.

Определение макро- и микроэлементного состава образцов чугунной посуды было выполнено эмиссионным спектральным анализом по стандартной методике, соответствующей количественному анализу III категории точности.

Результаты

Исходя из результатов исследования изломов и аншлифов методом сканирующей электронной микроскопии 12 образцов с территории Нижней Волги можно выделить, как минимум, 2 структурные группы:

1. Серый чугун с заэвтектической структурой с включениями невосстановленного железа (рис. 1, а): 2 образца из Чертова городища и по 1 – из Мошаика и Селитренного городища.

2. Передельный чугун с заэвтектической структурой с эндогенными частицами с доэвтектической (рис. 1, б) или эвтектической (рис. 2, в) структурой, а также редко встречающимися частицами невосстановленного железа (рис. 1, г): 3 образца из Чертова городища; 3 – из Бекетовского городища, 1 – Большой Толчин.

Образец из Комаровки является продуктом незавершенного металлурги-

ческого процесса, так как представляет собой спеченный конгломерат из невосстановленного железа и науглероженного железа с неясной структурой (рис. 1, д).

Образец с Селитренного городища отличается от остальных более равновесной структурой с минимальным количеством усадочных процессов и представляет собой достаточно качественный продукт металлургии железа.

На изломе образца из Мошаика избыточный графит визуализируется в виде отдельных пластин, а на изломе чугуна из Чертова городища на границе зерен наблюдается фосфор.

Во всех образцах структура имеет достаточно большое количество внедренных частиц, о чем свидетельствуют эндогенные образования различных размеров.

Практически все объекты имеют газовую пористость, что может свидетельствовать о заливке чугуна в сырую форму. В образце из Бекетовского городища образовалась пористость в виде редкой трубчатой формы.

Согласно данным СЭМ по содержанию химических элементов, обнаружены 2 маркера в структурных составляющих, которые можно условно привязать к сырьевым источникам чугунолитейного производства:

1. Никель: 4 образца из Чертова городища, по 1 – Бекетовское и Комаровское селище и Селитренное городище.

2. Марганец: 2 образца из Бекетовки, по 1 – Большой Толчин и Селитренное городища.

Во всех образцах присутствует натрий и кальций, что может свидетельствовать как о сырьевом источнике, так и о специальном добавлении раскислителей в производственный металлургический процесс. Нельзя не учитывать также тот факт, что эти элементы присутствуют в золе и могут говорить о виде растительности, использованной при плавке чугуна.

Результаты эмиссионного спектрального анализа (рис. 2, а) позволили уточнить данные сканирующей электронной микроскопии. Соотношение никеля к марганцу выделило 2 подгруппы:

1. Ni/mn до 1 (по 1 образцу из Селитренного городища, Большого Толчина, Мошаика и 2 – из Бекетовки).

2. Ni/mn более 1 (5 образцов из Чертова городища, по 1 – из Комаровки и Бекетовки).

Проведенное ранее исследование болгарского чугуна (Шайхутдинова, 2017; Shaykhutdinova, 2017) также доказало, что для комплексной оценки необходимо найти корреляционную зависимость по трем химическим элементам: никель, марганец и хром. Представленная работа подтвердила статистические результаты сканирующей электронной микроскопии с разделением образцов на 2 подгруппы (рис. 2, б):

1. Образцы с Селитренного городища, Большого Толчина и 2 образца из Бекетовки, однако ее границы пока сложно определить из-за малой выборки данных;

2. Вторая группа состоит из 4 образцов с Чертова городища, по 1 – из Бекетовки и Комаровки, при этом образец из Комаровки представляет собой спеченный конгломерат (вероятно, незаконченный металлургический процесс).

Один образец из Чертова городища и Мошаика не попадает в границы выделенных групп.

Выводы

Исследованные фрагменты золотоордынской чугунной посуды позволили выявить технологические особенности ее изготовления. Наличие достаточно плотной и равновесной структуры, проявлений структуры серого чугуна (примерно 1/3 выборки) говорят о достаточно развитой для того времени технологии. Об этом также косвенно свидетельствует наличие щелочноземельных металлов в таком количестве, которое могло быть привнесено только с сырьевыми источниками (руда, зола) или при добавлении их в металл в качестве раскислителей. Однако регулирования структуры в образцах не наблюдается, о чем свидетельствуют избыточное содержание углерода в 2/3 образцах и большое количество внедренных частиц, которые сформировали хаотичную мелко-

дисперсную структуру и спровоцировали усадочные процессы.

Наличие огромного количества крупной газовой пористости в стенках котлов свидетельствует о применении сырой формы для изготовления котлов, а большее содержание фосфора – о применении древесного топлива.

Корреляционный анализ по химическому составу чугунных котлов выявил, как минимум, 2 группы изделий на достаточно малом географическом пространстве (рис. 2, б), что может свидетельствовать либо о наличии двух разнородных источников железа, либо об импорте изделий из других регионов Золотой Орды.

Данный вопрос возможно решить только при обследовании местных рудных источников и сопоставлении данных рудных источников с данными чугунной посуды. Однако уже сейчас можно сделать некоторые предварительные выводы.

Так, образец из Комаровки является заплаткой котла и содержит в себе шлаковые включения, что позволяет предположить его местное производство и дает возможность, в свою очередь, идентифицировать все образцы, которые входят в группу с ним как местное производство – 4 образца с Чертова городища и 1 с Бекетовки (рис. 2, б).

ЛИТЕРАТУРА

Валеев Р.Р., Мирсияпов И.Р., Мухамадиев А.Г., Ситдииков А.Г. Средневековые поселения Нижнего Поволжья (исследования 2008–2009 гг.) // Золотоордынское наследие. Материалы второй Международной научной конференции (Казань, 17 марта 2009 г.). Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2009. С. 339–345.

Шайхутдинова Е.Ф., Храмченкова Р.Х., Беляев А.В., Ситдииков А.Г., Ямбаев Р.М. Археометрическая реконструкция ремесленных традиций чугунолитейного производства городов Волжской Булгарии 13–15 вв. // III Международный конгресс средневековой археологии евразийских степей «Между Востоком и Западом: движение культур, технологий и империй» (Владивосток, 2–6 мая 2017 г). Владивосток: Дальнаука, 2017. С. 303–305.

Shaykhutdinova E, Khranchenkova R., Nabiullin N., Belyaev A., Yanbaev R., Sitdikov A. . Interdisciplinary Research of Iron Casting Technologies in the Town of Juketau during the Golden Horde Period // Acta Imeko. Vol 6. No 3. 2017. Pp. 87–93. DOI: http://dx.doi.org/10.21014/acta_imeko.v6i3.461.

Информация об авторах:

Шайхутдинова Евгения Флюровна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института археологии им. А.Х. Халикова Академии наук Республики Татарстан (ИА АН РТ), старший научный сотрудник Казанского (Приволжского) федерального университета (КФУ), доцент Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева – КАИ (КНИТУ–КАИ); eugen.shaykhutdinova@gmail.com

Храмченкова Резида Хавиловна, кандидат физико-математических наук, заведующий отделом, Институт археологии им. А.Х. Халикова АН РТ (г. Казань, Россия); rkhranch@gmail.com

Беляев Александр Владимирович, научный сотрудник, Институт археологии им. А.Х. Халикова Академии наук Республики Татарстан (г. Казань, Россия).

THE STRUCTURE AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE CAST IRON COOKWARE GOLDEN HORDE SETTLEMENTS IN THE LOWER VOLGA

E. F. Shaykhutdinova, R. Kh. Khranchenkova, A. V. Belyaev

In the research presented, an analysis was made of the results of the determination of the chemical composition and structural features of 12 fragments of cast iron cookware found in the Chertovo settlement, Komarovka 1, Beketovka, Moshaik, Bolshoy Tolchin and Selitrenovoye settlements (Astrakhan region). Methods of optical emission spectroscopy and scanning electron microscopy were

used. The main technological aspects of the production of cast iron cookwares from the Golden Horde settlements of the Lower Volga are revealed. In addition, two types of cast iron cookwares are distinguished in chemical composition with a preliminary binding of one of them to local raw materials

Keywords: archaeology, Lower Volga region, Golden Horde, medieval metallurgy, cast iron cookware, archaeometry, scanning electron microscopy, emission spectral analysis.

About the Authors:

Shaykhutdinova Eugenia F. Candidate of Technical Sciences. Institute of Archaeology named after A.Kh. Khalikov, Tatarstan Academy of Sciences. Butlerov St., 30, Kazan, 420012, Republic of Tatarstan, Russian Federation; Kazan (Volga region) Federal University. Kremlyovskaya St., 18, Kazan, 420008, Republic of Tatarstan, Russian Federation; Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev. K.Marx St., 10, Kazan, 420111, Republic of Tatarstan, Russian Federation; eugen.shaykhutdinova@gmail.com

Khramchenkova Rezida Kh. Candidate of Physics-Mathematics Sciences. Institute of Archaeology named after A.Kh. Khalikov, Tatarstan Academy of Sciences. Butlerov St., 30, Kazan, 420012, the Republic of Tatarstan, Russian Federation; RezidaHram@mail.ru

Belyaev Alexandr V. Institute of Archaeology named after A.Kh. Khalikov, Tatarstan Academy of Sciences. Butlerov St., 30, Kazan, 420012, Republic of Tatarstan.

Структурная классификация
(Сканирующая электронная микроскопия)

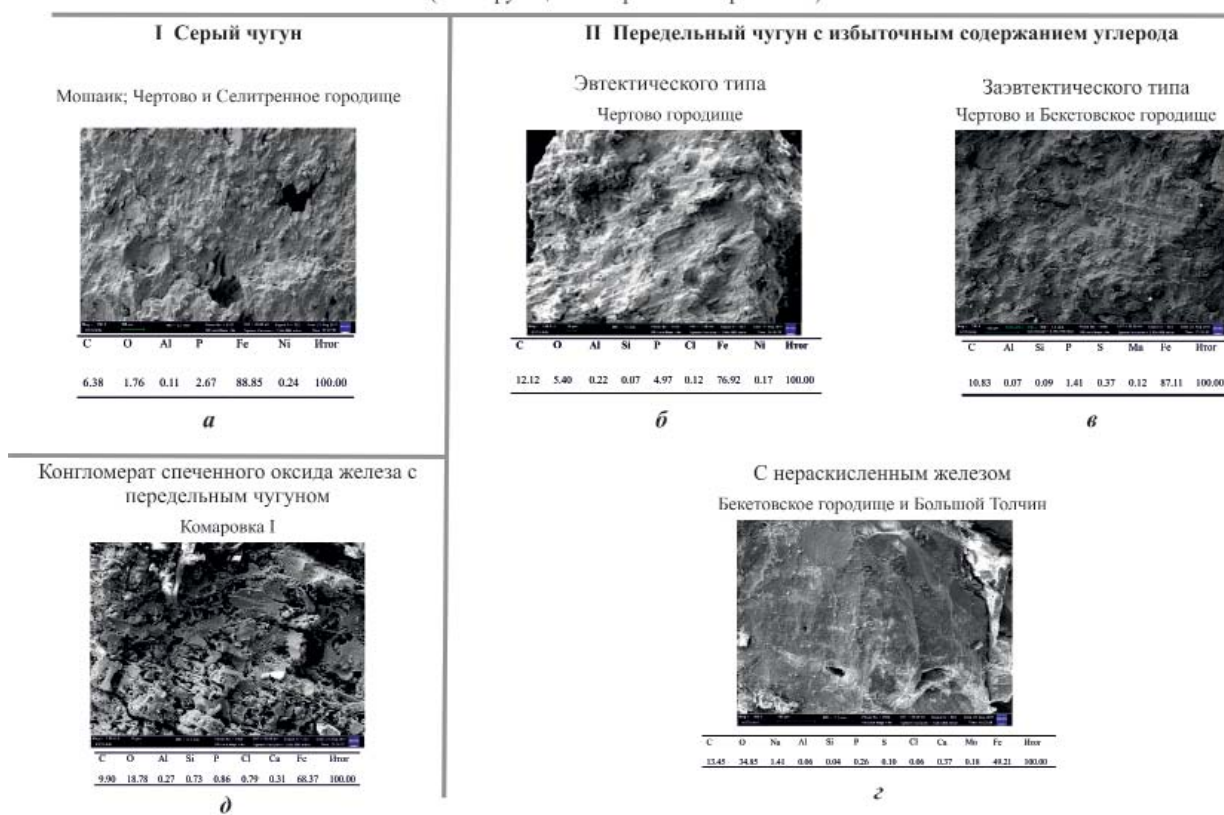


Рис. 1. Классификация образцов золотоордынской чугунной посуды по структуре.

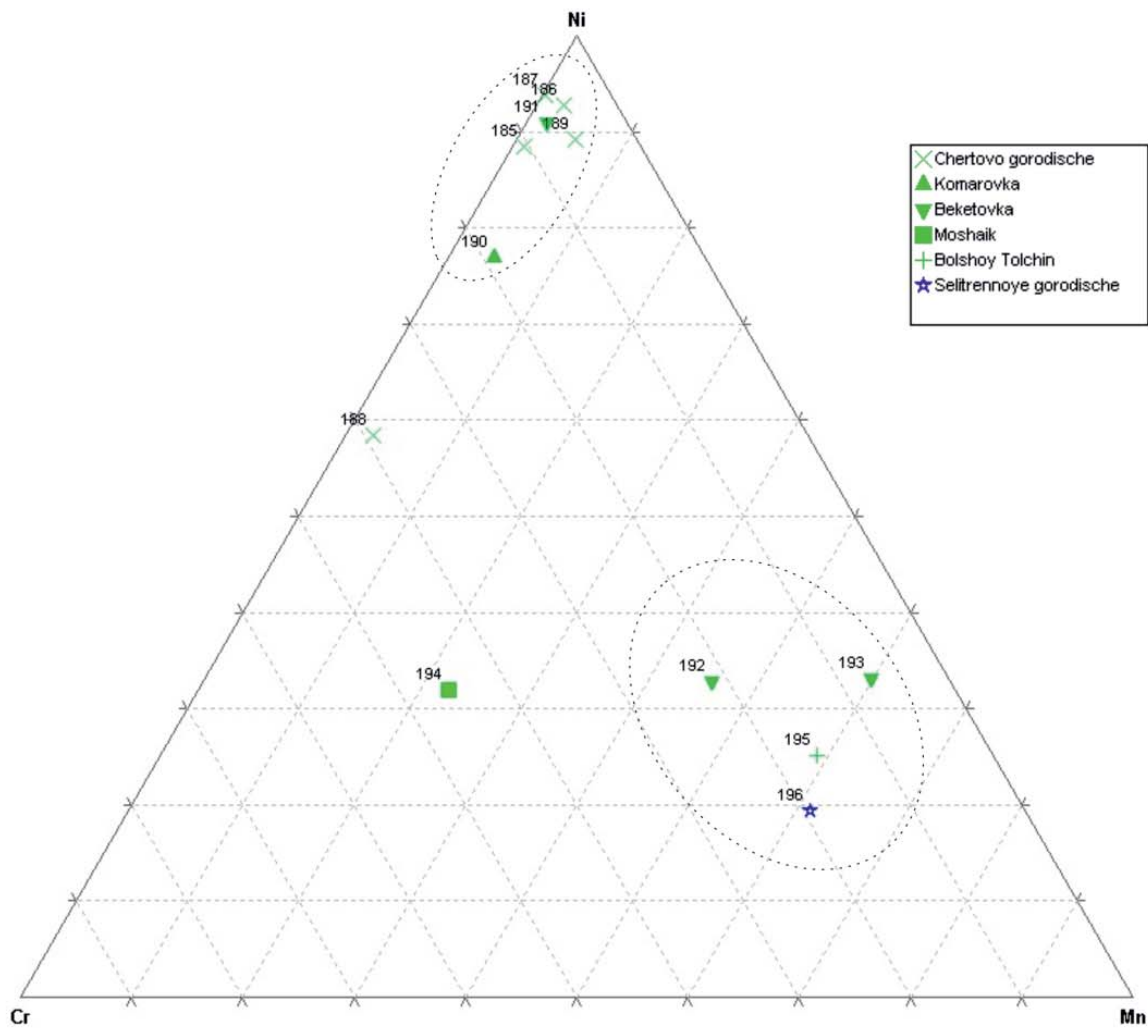
Классификация по химическому составу (Эмиссионно-спектральный метод)

Химический состав чугунной посуды (Нижняя Волга) (приведен в единицах ppm (10^{-6}))

сн.921	04.10.2017	Источник	Ag	Al	As	Bi	Co	Cu	Mn	Na	Ni	P	Pb	Si	Sn	Tl
1	185	Чертово городище	0,02	2,7	2,5	1,8	32	49	25	450	210	300	3,8	0,02	2,8	1
2	186	Чертово городище	0,02	12	5	2,1	42	28	77	480	290	175	3,1	0,024	3,9	0,8
3	187	Чертово городище	0,015	71	6	2,5	39	45	10	1900	320	360	2,6	0,75	3,9	0,75
4	188	Чертово городище	0,015	0,95	6,5	2,2	17	56	13	200	30	180	3,6	0,015	4,5	1
5	189	Чертово городище	0,01	1,8	4,5	1,7	160	51	140	200	240	130	1,8	0,01	2,8	1
6	190	Комаровка	0,01	3,7	5,5	1,9	20	35	43	100	81	150	2,5	0,08	3,6	1,2
7	191	Бекетовка	0,01	3,7	4	2,5	68	30	38	400	190	220	3,9	0,075	3,9	0,85
8	192	Бекетовка	0,015	33	4,5	2,3	14	39	320	1200	23	400	2,9	0,57	3,3	0,75
9	193	Бекетовка	0,01	36	5,5	2,2	25	38	1700	1500	94	150	2,4	0,24	3,1	0,8
10	194	Мошаик	0,05	3,9	6	2,1	12	53	99	700	14	330	3,7	0,04	4	1
11	195	Большой Толчин	0,02	16	5	2,2	35	32	750	1800	32	600	2,6	0,25	4	1
12	196	Селитренное городище	0,16	96	6	1,9	28	29	790	850	25	400	4,4	0,46	6,1	1,1

а

Корреляционный анализ по группе примесей Mn-Ni-Cr



б

Рис. 2. Классификация образцов золотоордынской чугунной посуды по химическому составу.