



• 2017 •

ББК 63.4

Записки Института истории материальной культуры РАН. СПб.: ИИМК РАН, 2017. № 16. 200 с.
ISSN 2310-6557

ISBN 978-5-9909871-9-7

Transactions of the Institute for the History of Material Culture. St. Petersburg: IHMC RAS, 2017.

No. 16. 200 p.

Редакционная коллегия: Е. Н. Носов (главный редактор), В. А. Алёшкин, С. В. Белецкий, М. Ю. Вахтина, Ю. А. Виноградов, Л. Б. Вишняцкий, М. Т. Кашуба, Л. Б. Кирчо (заместитель гл. редактора), А. К. Очередной

Editorial board: E. N. Nosov (editor-in-chief), V. A. Alekshin, S. V. Beletsky, M. Yu. Vakhtina, Yu. A. Vinogradov, L. B. Vishnyatsky, M. T. Kashuba, L. B. Kircho (deputy editor), A. K. Otcherednoi

Издательская группа: Л. Б. Кирчо, В. Я. Стеганцева

Publishing group: L. B. Kircho, V. Ya. Stegantseva

В № 16 «Записок ИИМК РАН» представлены научные работы, отражающие новейшие открытия и исследования в области археологии и древней истории. В работе А. М. Родионова и Н. И. Платоновой впервые проведено сравнительное трасологическое изучение нескольких групп орудий на пластинах, характерных для кремневых индустрий верхнепалеолитических стоянок Костёнки 8/II и 11/II. Статья А. В. Фрибуса и С. П. Грушина посвящена вопросам реконструкции оформления неолитического костюма в Древней Сибири. Л. Б. Кирчо публикует новые материалы начала периода позднего энеолита из раскопок Алтын-депе в Южной Туркмении. Комплексный анализ всех радиоуглеродных дат окуневской культуры проведен в работе А. В. Полякова. Статья И. С. Жушиховской посвящена изучению технологии изготовления керамики юга Дальнего Востока методом оптико-электронной микроскопии. Изучение двух кавказских фибул раннего железного века позволило Е. Е. Васильевой и М. Т. Кашубе выявить место и значение этих находок в костюме разных групп древнего населения Кавказа. Работы А. С. Намойлик, Е. В. Кузнецовой, а также Н. А. Павличенко и О. Ю. Соколовой посвящены различным аспектам анализа эпиграфических данных на артефактах античного времени. В статье Е. П. Королевой и А. Н. Егорькова изучены типология и состав стекла бус курганного могильника Восход в Белоруссии. В работе С. В. Белецкого с соавторами публикуются новые древнерусские свинцовые пломбы домонгольского времени из Курска. Научная биография А. А. Иессена — выдающегося исследователя древностей Кавказа, написана В. А. Алёшкиным для раздела «Из истории науки». В разделе «Хроника» В. Я. Стёганцевой дана информация о Круглом столе, проведенном в 2016 г. и посвященном 80-летию со дня рождения С. Н. Братченко. Юбилею выдающегося исследователя Русского Севера О. В. Овсянникова посвящена статья А. Е. Мусина с соавторами в разделе «Персоналии». Издание адресовано археологам, культуuroлогам, историкам, музеоведам, студентам исторических факультетов вузов.

The 16th issue of the «Transactions of IHMC RAS» contains papers dealing with the newest discoveries and investigations in archaeology and ancient history. A. M. Rodionov and N. I. Platonova present the first results of the traceological study of several groups of blade tools typical of the Upper Paleolithic flint assemblages of Kostenki 8/II and 11/II. The paper by A. V. Fribus and S. P. Grushin is devoted to the reconstruction of a Neolithic costume from Siberia. L. B. Kircho introduces new Late Eneolithic materials from the excavations of Altyn-depe in South Turkmenistan. A. V. Polyakov's paper deals with the complex analysis of radiocarbon dates available for the Okunev culture. The work by I. S. Zhushchikhovskaya is devoted to the study of pottery manufacturing technology in the south of the Far East with the use of electron microscopy. The analysis of two Caucasian Early Iron Age fibulae allowed E. E. Vasileva and M. T. Kashuba to determine the place and role of these objects in the costume of different groups of ancient Caucasian people. The studies by A. S. Namoilik, E. V. Kuznetsova, as well as N. A. Pavlichenko with O. Yu. Sokolova are devoted to various questions associated with the analysis of epigraphic materials of the Classical period. E. P. Koroleva and A. N. Egorkov describe the typology and chemical composition of glass beads for the burial mound of Voskhod in Belarus. S. V. Beletsky with coauthors introduce new Old Russian lead seals found in Kursk and dated to the pre-Mongol time. The section «From the History of Archaeology» contains V. A. Alekshin's paper about A. A. Iessen — an outstanding researcher of Caucasian antiquities. V. Ya. Stegantseva in the chronicle section reports on the Round Table dedicated to the 80th birth anniversary of S. N. Bratchenko. The paper by A. N. Kirpichnikov, A. E. Musin, A. A. Peskova is dedicated to the jubilee of the outstanding researcher of the Russian North Oleg Ovsyannikov. The volume is intended for archaeologists, culturologists, historians, museum workers, and students of historical faculties.

ISSN 2310-6557

ISBN 978-5-9909871-9-7

© Институт истории материальной культуры РАН, 2017

© Авторы статей, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ

<i>А. М. Родионов, Н. И. Платонова.</i> Сравнительный анализ пластинчатого инвентаря культурных слоев Костёнки 8/II и Костёнки 11/II: трасологический аспект	7
<i>А. В. Фрибус, С. П. Грушин.</i> Перья птиц в системе оформления неолитического костюма (по материалам могильника Чумыш-Пережат на юге Западной Сибири)	20
<i>Л. Б. Кирчо.</i> К датировке геоксюрского комплекса (новые данные из Алтын-депе в Южной Туркмении).	35
<i>А. В. Поляков.</i> Радиоуглеродные даты окуневской культуры	52
<i>И. С. Жутиховская.</i> Опыт применения электронной микроскопии в изучении археологической керамики юга Дальнего Востока	75
<i>Е. Е. Васильева, М. Т. Кашуба.</i> Разыскания по двум кавказским фибулам раннего железного века.	92
<i>А. С. Намойлик.</i> К вопросу о ценах на гончарную продукцию в Нимфее в V–IV вв. до н. э.	111
<i>Е. В. Кузнецова.</i> О гончарных мастерских Херсонеса Таврического, исследованных В. В. Борисовой	118
<i>Н. А. Павличенко, О. Ю. Соколова.</i> Новые эпиграфические памятники из Нимфея	128
<i>Е. П. Королёва, А. Н. Егорьков.</i> Типология и состав стекла бус курганного могильника Восход	138
<i>С. В. Белецкий, Р. С. Веретюшкин, К. В. Горлов.</i> Свинцовые пломбы из раскопок в Курске в 2016 г.	146

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

<i>В. А. Алёкишин.</i> А. А. Иессен — выдающийся исследователь древностей Кавказа	160
--	-----

ХРОНИКА

<i>В. Я. Стёганцева.</i> Круглый стол, посвященный 80-летию со дня рождения С. Н. Братченко	173
--	-----

ПЕРСОНАЛИИ

<i>А. Н. Кирпичников, А. Е. Мусин, А. А. Пескова.</i> Олег Овсянников: опыт творческой биографии	177
Список сокращений	191
Список авторов статей, опубликованных в «Записках ИИМК РАН» № 16.	196

CONTENTS

RESEARCH PAPERS

<i>A. M. Rodionov, N. I. Platonova.</i> Comparative analysis of blade products from Kostenki 8, layer II, and Kostenki 11, layer II: traceological aspect	7
<i>A. V. Fribus, S. P. Grushin.</i> Bird feathers in the makeup of a Neolithic costume (based on the materials of the Chumysh-Perekat cemetery in the south of West Siberia)	20
<i>L. B. Kircho.</i> Towards the dating of the Geoksyur complex (new data from Altyn-depe in South Turkmenistan).	35
<i>A. V. Polyakov.</i> Radiocarbon dates of the Okunev culture	52
<i>I. S. Zhushchikhovskaya.</i> Experience of using electron microscopy in the study of archaeological ceramics from the south of the Far East.	75
<i>E. E. Vasilieva, M. T. Kashuba.</i> Investigations concerning two Caucasian fibulae of the Early Iron Age	92
<i>A. S. Namoilik.</i> On the problem of pottery prices in Nymphaeum in the V–IV centuries B. C.	111
<i>E. V. Kuznetsova.</i> On the ceramic workshops of Tauric Chersonesus studied by V. V. Borisova	118
<i>N. A. Pavlichenko, O. Yu. Sokolova.</i> New epigraphic inscriptions from Nymphaeum	128
<i>E. P. Koroleva, A. N. Egor'kov.</i> Typology and chemical composition of glass beads from the Voskhod burial mound	138
<i>S. V. Beletsky, R. S. Veretyushkin, K. V. Gorlov.</i> Lead seals from the excavations in Kursk in 2016	146

FROM THE HISTORY OF ARCHAEOLOGY

<i>V. A. Alekshin.</i> A. A. Iessen — an outstanding researcher of Caucasian antiquities	160
--	-----

CHRONICLE

<i>V. Ya. Stegantseva.</i> Round table dedicated to the 80 th birth anniversary of S. N. Bratchenko	173
--	-----

PERSONALIA

<i>A. N. Kirpichnikov, A. E. Musin, A. A. Peskova.</i> Oleg Ovsyannikov: an essay of creative biography	177
List of abbreviations	191
List of authors	196

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ В ИЗУЧЕНИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

И. С. ЖУЩИХОВСКАЯ

Ключевые слова: *сканирующая электронная микроскопия, керамика, микроструктура, водопоглощение, температура обжига, юг Дальнего Востока, период палеометалла, эпоха средневековья.*

Метод сканирующей электронной микроскопии (scanning electron microscopy) применен с целью получения информации по температурным режимам обжига глиняной посуды на юге Дальнего Востока в период палеометалла и в эпоху средневековья. Исследованы образцы керамики из памятников янковской культуры (IX — IV—III вв. до н. э.), кроуновской культуры (IV—V вв. до н. э. — III—IV вв. н. э.), государства Бохай (Bohai) (698–926), империи чжурчжэней Цзинь (Jin) (1115–1234) на территории Приморья, а также из памятника Нынсанри-сачжи (VI—VII вв., период Троецарствия: Three Kingdoms) на полуострове Корея.

В результате изучения выявлены несколько вариантов микроструктуры керамики: 1 — без признаков спекания (sintering) и витрификации (vitrification) (рис. 1); 2 — с признаками спекания (рис. 2, 1, 2); 3 — с признаками начальной витрификации (initial vitrification) (рис. 3, 1, 2); 4 — с признаками экстенсивной витрификации (extensive vitrification) (рис. 4, 1–4); 5 — с признаками почти полной витрификации (almost total vitrification) (рис. 5). Каждый из вариантов интерпретируется как индикатор определенной температуры обжига.

Температуры обжига в гончарстве периода палеометалла определены в интервале 700–800 °С, на более позднем этапе — до 900 °С в окислительной среде. Для гончарства эпохи средневековья в Приморье с учетом восстановительной среды, снижающей термический порог развития витрификации в глине, рабочие температуры обжига определены от 750 до 900 °С или несколько выше. Для гончарства Кореи периода Троецарствия определены температуры обжига в интервале от 750 до 1050 °С.

Введение. Практика применения метода сканирующей электронной микроскопии (далее — СЭМ) для исследования археологической керамики насчитывает уже более 40 лет. Авторы первой публикации еще 1975 г., посвященной данному методу, показали целесообразность применения СЭМ для объективизации оценок качества древней керамики и температурного режима ее обжига (Tite, Maniatis 1975). В настоящее время метод СЭМ активно используется для задач технико-технологической характеристики обжига в гончарстве различных эпох. Кроме того, методика дает хорошие результаты в изучении технологии глазурных и ангобных покрытий (Tite et al. 1982; Rice 1987: 400–401; Tite 1992; Bjork 1995: 25–29, 52–57; Day et al. 2006: 152–156; Koh et al. 2009; Maniatis 2009; Lahlil et al. 2013).

Сканирующий электронный микроскоп, имеющий в комплекте рентгеновскую спектроскопическую установку, предполагает также возможность определения элементного химического состава вещества в микропробе (Tite et al. 1982; Rice 1987: 402–403; Bjork 1995: 58–60).

В российской археологической науке есть отдельные примеры использования СЭМ для исследования археологической керамики (Гребенщиков, Деревянко 2001: 7–11; Ситдииков, Храмченкова 2011). Но в целом данный метод пока не получил столь широкого применения, как у американских, европейских и китайских коллег¹.

В настоящей статье автор ставит задачу обобщить результаты исследования с помощью СЭМ археологической керамики из памятников Приморья (период палеометалла и эпоха средневековья) для определения качества обжига. Это первый опыт использования СЭМ в таком ракурсе для изучения древнего гончарства данного региона. В статью также включены результаты анализов археологической керамики из памятников раннего государства Пэкче на полуострове Корея.

Методика. Анализ микроструктуры вещества методом СЭМ осуществляется при помощи потока электронов, направленного на определенный участок поверхности образца неорганического или органического происхождения. Этот поток «сканирует» микроструктуру конкретного участка, изображение которого при многократном увеличении передается на экран компьютера и подвергается «расшифровке». Для изучения при помощи СЭМ микроструктуры керамики используется образец со «свежим» либо с заполированным изломом (Tite et al. 1982; Rice, 1987: 401–402; Bjork 1995: 25).

Современная наука выделяет три основные группы методов изучения температурной динамики керамического вещества и качества обжига: 1 — методы, основанные на минералогических трансформациях; 2 — методы, основанные на цветовых трансформациях; 3 — методы, основанные на структурных трансформациях (Maniatis 2009). К последним относится и СЭМ. Структурные изменения вещества формовочной массы керамики под действием температуры определяются процессами спекания и витрификации глинистой фракции. Спекание непосредственно предшествует витрификации. Степень витрификации является важнейшим фактором, влияющим на уровень пористости, плотности керамического черепка и его способность пропускать воду (Tite, Maniatis 1975; Rice 1987: 427; Tite 1992).

С помощью СЭМ могут быть зафиксированы признаки последовательных термических трансформаций в микроструктуре керамического вещества. Эти признаки соотносятся с примерными значениями температур обжига, вызывающих трансформации. Исследователи подчеркивают, что на структурные трансформации влияет не только температура обжига, но и ее выдержка в течение необходимого времени. Ниже приводятся основные признаки структурных трансформаций для керамики, изготовленной из легкоплавких некарбонатных глин (Tite, Maniatis 1975; Rice 1987: 427, 431; Bjork 1995: 52–57; Day et al. 2006: 152–156).

¹ В значительной степени это обусловлено объективными факторами: необходимостью использовать дорогостоящее оборудование, требующее профессионального обслуживания.

Микроструктура керамики, в которой процессы спекания и витрификации еще не начались вследствие низких температур обжига, носит аморфный характер, с хорошо видимыми отдельными глинистыми частицами в виде чешуек, пластинок, комочков и т. п. Спекание проявляется в «оплавлении» краевых зон глинистых частиц и соединении, «склеивании» их между собой. Температура фазы интенсивного спекания варьирует вокруг значения 750 °С. В фазе начальной витрификации, часто при продолжающемся спекании, происходит образование так называемой ячеистой, или сетчатой, структуры, состоящей из мелких узких пор на фоне сплошных сплавленных участков глинистого вещества. Микроструктура с признаками начальной витрификации соотносится с температурными значениями 800–850 °С. Фаза экстенсивной витрификации проявляется в расширении полей ячеистой структуры, развитии сплавленных участков, образующих характерный ленточный рисунок. Данная фаза соответствует вероятным температурам обжига в интервале 900–950 °С. Дальнейшее развитие витрификации приводит к образованию сплошного расплава глинистых частиц с разбросанными в нем четко очерченными замкнутыми порами преимущественно округлой формы. Такое состояние керамической массы из легкоплавких глин, определяемое как почти полная и полная витрификация, достигается при температурах от 950 до 1000–1050 °С. Именно на этой стадии резко уменьшается открытая пористость, керамический черепок приобретает прочность и характерную звонкость.

Процесс витрификации имеет свои особенности в формовочных массах из карбонатных глин, содержащих примесь $\text{CaO} \geq 5\%$, в массах из тугоплавких глин, а также в массах, обожженных в восстановительном режиме. Так, для керамики, изготовленной из обычной легкоплавкой глины, но обожженной в восстановительной атмосфере, температурные значения фаз витрификации определяются как минимум на 50 °С ниже, чем для керамики, обожженной в окислительном режиме. В тугоплавких глинах процессы спекания и витрификации происходят при более высоких температурах, чем в легкоплавких. В карбонатных глинах экстенсивная витрификация начинается при 850 °С, но далее процесс идет вяло до 1050 °С, что делает практически невозможной фиксацию изменения микроструктуры керамической массы в данном температурном интервале. Содержание кальция и общий характер глинистой фракции (легкоплавкой или тугоплавкой — по соотношению оксидов кремния и алюминия) могут быть определены рентгеновской спектроскопией в процессе исследования на сканирующем электронном микроскопе (Tite, Maniatis 1975; Tite et al. 1982; Rice 1987: 431, 435; Maniatis 2009).

Важной характеристикой, которую позволяет зафиксировать СЭМ, является присутствие в глинистом веществе муллита — вторичного минерала, образующегося под воздействием высоких температур. Кристаллы муллита, имеющие специфическую игольчатую структуру, способствуют повышению прочности керамической массы. Исследователи считают муллит одним из надежных индикаторов температурного режима обжига древней керамики. Устоялось положение, что

муллит образуется при температуре от 1050 до 1275 °С в зависимости от типа глины (Rice 1987: 90; Koh et al. 2009). Некоторые исследователи доказывают, что формирование муллита происходит при более высоких температурах 1150–1300 °С (Уоррел 1978: 178).

Исследования образцов керамики («свежие» изломы) из археологических памятников, изученных на юге Дальнего Востока, проводились автором в Центре электронной микроскопии Института биологии моря им. А. В. Жирмунского ДВО РАН на сканирующих электронных микроскопах SIGMA и EVO с приставкой для рентгеновской спектроскопии. Определялись электронные сканы микроструктуры при увеличении $\times 500$ и $\times 1000$ и элементный химический состав керамической массы в микропробе.

В данном исследовании метод СЭМ используется в сочетании с методом определения показателя водопоглощения, который также направлен на получение информации о качестве обожженного керамического или фарфорового черепка. Показатель водопоглощения связан со степенью пористости, плотности керамической массы. Хорошо спеченная, плотная керамика почти не пропускает воду, напротив, рыхлый, «мягкий» черепок быстро впитывает жидкость (Августиник 1975: 221–224, 296, 347–355; Shepard 1985: 125–130; Rice 1987: 231–232, 350–353).

К настоящему времени накоплена информационная база о динамике показателя водопоглощения археологической керамики Дальнего Востока (Жущиховская 2014). В исследовании предпринята попытка выявить связь между этим показателем и особенностями микроструктуры керамики, фиксируемыми СЭМ. Условно выделены три уровня значений данного показателя, выраженных процентными индексами: низкий (7,0 % и ниже), средний (7,5–14,0 %) и высокий (выше 14,0 %). Известно, что керамика с водопоглощением ниже 7,0 % является наиболее качественной, почти не пропускает воду, а показатель от 14–15 % и выше свидетельствует о рыхлом, «мягком» и пористом черепке (Августиник 1975: 221–224; Shepard 1985: 127–130). Установленные уровни значений служили реперами для отбора образцов на исследование микроструктуры при помощи СЭМ. Такой подход должен способствовать корреляции и взаимной проверке результатов исследования качества керамики, полученных разными методами.

Задачи и материалы исследования. Для культур юга Дальнего Востока (период палеометалла) актуальной является задача уточнения существующих представлений о температурных режимах обжига керамики. На основании петрографического и цветового анализов были сделаны предположения о том, что средние температуры обжига в гончарстве янковской и кроуновской культур Приморья находились в интервале 700–800 °С. Для некоторых памятников янковской культуры IX — IV–III вв. до н. э. с большой долей вероятности определена возможность обжига в простейших печах (Жущиховская 2004: 147–150). Для кроуновской культуры IV–III вв. до н. э. — III–IV вв. н. э. можно говорить об обжиге в однокамерных печах с углубленным в землю и слегка наклонным полом. Остатки такой печи были

выявлены в слое кроуновской культуры на поселении Чернятино-2 (Zhushchikhovskaya, Nikitin 2014). Внимание к характеристикам обжига керамики культур палеометалла обусловлено также тем, что в этот период осваивались металлы — бронза и железо — и принципы их термообработки. Процессы развития теплотехники в металлообработке и гончарстве были, по-видимому, тесно связаны и определяли в целом технический уровень общества (Жущиховская 2004: 144–154).

Исследованная методом СЭМ керамика Приморья (период палеометалла) включает девять образцов посуды из памятников янковской культуры (Солнечный Берег, Новый Мир и Старк) и восемь образцов из слоя кроуновской культуры поселения Чернятино-2, в том числе пять образцов из развала обжигательной печи и прилегающей к ней зоны (Жущиховская и др. 2013; Никитин, Чжун 2008). Исследованные образцы керамики обеих культур являются фрагментами бытовой посуды ручной лепки, обожженной в окислительном режиме, с отдельными случаями использования приема «дымления». Формовочная масса представляет собой глину со среднезернистой и крупнозернистой примесью (искусственной или естественной) горных пород и минералов.

Проведенные ранее серийные измерения показателя водопоглощения керамики различных памятников янковской культуры дают значения среднего и высокого уровней. Минимальные значения составляют 9,7 и 9,9 %. Значения низкого уровня не отмечены. Для керамики ряда памятников кроуновской культуры средний уровень показателя водопоглощения является своего рода стандартом. Так, интервал значений данного показателя для Чернятино-2 составляет 7,4–13,4 %. Минимальные значения этого интервала находятся на границе со значениями низкого уровня (Жущиховская 2014). Образцы янковской керамики, отобранные на исследование методом СЭМ, имеют средние и высокие значения этого показателя. Образцы кроуновской керамики из Чернятино-2 показывают только средние значения.

Для керамики эпохи средневековья задача определения ее технологических особенностей и качества обжига также является актуальной. Памятники государства Бохай (698–926) и Империи чжурчжэней Цзинь (1115–1234) содержат свидетельства использования в гончарном производстве обжигательных печей разных конструктивных типов — тоннельных склоновых и однокамерных мантоу (Zhushchikhovskaya, Nikitin 2014). Обширные керамические коллекции памятников дают представление об ассортименте и технологических стандартах бытовой и архитектурной керамики, производившейся бохайскими и чжурчжэньскими гончарами. Полученные ранее заключения о температурных режимах обжига в гончарстве Бохая и чжурчжэней основаны только на результатах петрографического анализа (Гельман и др. 1998; Тупикина 1996: 20–21). В настоящее время появилась возможность уточнить и дополнить эти данные.

В коллекциях бытовой посуды, изготовленной с помощью круга, и архитектурной керамики из бохайских и чжурчжэньских памятников Приморья преобладают образцы, имеющие серый цвет поверхности и излома, что можно считать

следствием восстановительного режима обжига. Однако есть и свидетельства окислительного режима, окрашивающего изделия в светло-оранжевые, желтые и другие теплые цвета. Формовочная масса посуды состоит из глины со средне-зернистой примесью горных пород и минералов. Для черепицы часто использовали массу с крупнозернистой минеральной примесью.

По результатам серийных определений показателя водопоглощения керамики бохайских и чжурчжэньских памятников установлены три уровня его значений. Низкие значения (от 7,0 % и ниже) отмечаются редко как для посуды, так и для архитектурной керамики. Минимальные индексы водопоглощения для бохайской керамики составляют 5,8 %, 6,2 %, для чжурчжэньской — 2,7 %, 6,0 %, 6,3 %. При этом доля керамики со средними значениями этого показателя в целом выше на бохайских, чем на чжурчжэньских памятниках, для которых характерно серийное присутствие керамики с данным показателем $\geq 14,0$ % и относительно рыхлым черепком (Жушиховская 2014).

Материал бохайских памятников, исследованный методом СЭМ, включает восемь образцов обычной сероглиняной посуды из бохайского слоя поселения Чернятино-2 и Краскинского городища, а также пять образцов черепицы из обжигательных печей, раскопанных на Краскинском городище (Boldin, Nikitin 1999; Никитин, Чжун 2008). Образцы представляют средний и низкий уровни значения показателя водопоглощения.

Исследованный материал чжурчжэньских памятников включает три образца сероглиняной посуды из Горнохуторского городища и Южно-Уссурийского городища, образец декоративной архитектурной детали из Южно-Уссурийского городища, два образца черепицы из памятника Сергеевка, где обнаружены остатки обжигательных печей типа мантоу (Артемьева 2008; Vasil'ev 2009; Васильева 2012). Образцы посуды и архитектурной детали имеют средние значения упомянутого показателя. Для образцов черепицы отмечены его низкое и среднее значения.

Керамика Кореи периода Троецарствия, IV–VII вв., интересна в плане сравнения с керамикой средневековых памятников соседнего Приморья. Памятники раннего государства Пэкче дают свидетельства развития различных ремесел и производств, в частности, гончарства и изготовления черепицы (Ким, Ли 2006; Rha 2006). Сопоставление технико-технологического уровня керамического производства Пэкче и средневековых культур Приморья может дополнить представления о социально-экономическом развитии дальневосточного региона в древности. В исследовании использованы материалы памятника Нынсанри-сачжи, VI–VII вв. (Чжун 2012). В его керамической коллекции визуально выделяются образцы с плотным звонким черепком и образцы с довольно рыхлым, «мягким» черепком. Можно предполагать, что для производства керамических изделий практиковались различные температурные режимы обжига. Для анализа были взяты четыре образца с низким, средним и высоким значениями показателя водопоглощения.

Результаты исследования. Изучив методом СЭМ 39 образцов археологической керамики из памятников юга Дальнего Востока (период палеометалла и эпоха средневековья), удалось выявить несколько основных вариантов микроструктуры вещества. Рентгеновская спектроскопия установила во всех случаях легкоплавкий и некарбонатный характер глинистой основы керамики. Следовательно, вероятные температурные режимы рассчитываются согласно принятым для данного типа глин рекомендациям (Tite, Maniatis 1975; Tite et al. 1982; etc.). Выделенные варианты соотнесены с интервалами значений показателя водопоглощения исследованных образцов.

Вариант 1 — микроструктура без признаков спекания и витрификации (рис. 1). Вероятная температура обжига ниже 750 °С. Этот вариант отмечен у образцов керамики с показателем водопоглощения $\geq 13,0$ %.

Вариант 2 — микроструктура с признаками спекания (рис. 2, 1, 2). Вероятная температура обжига составляет 750–800 °С. Данный вариант отмечен у образцов керамики с показателем водопоглощения в интервале 9,3–13,7 %.

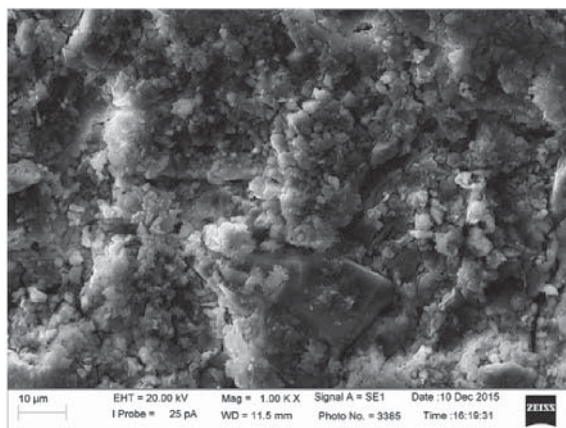


Рис. 1. Микроструктура керамического образца (бытовая посуда) без признаков спекания и витрификации. Памятник Новый Мир, янковская культура, период палеометалла, Приморье

Fig. 1. Micrograph of a ceramic sample (pottery) showing no sintering and vitrification. Novy Mir settlement, Yankovskaya culture, Paleometal period, Primorye

Вариант 3 — микроструктура с признаками начальной витрификации (рис. 3, 1, 2). Вероятная температура обжига в окислительной среде составляет 800–850 °С, в восстановительной среде — 750–800 °С. Значения показателя водопоглощения образцов с данной микроструктурой находятся в интервале 8,9–11,6 %.

Вариант 4 — микроструктура с признаками экстенсивной витрификации разной степени (рис. 4, 1–4). Этот вариант выявлен у образцов с широким интервалом

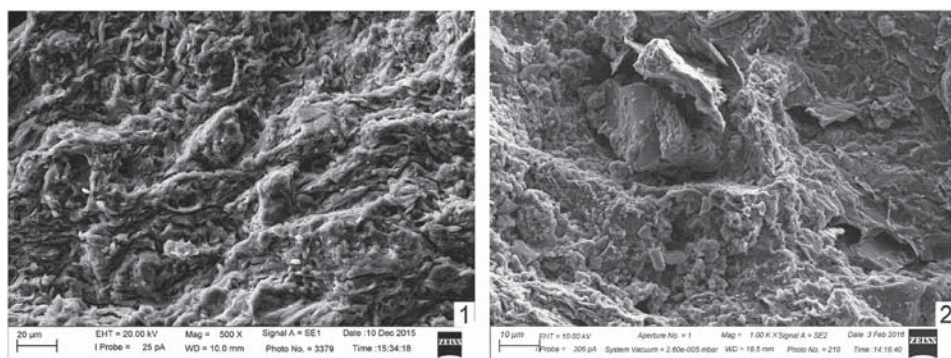


Рис. 2. Микроструктуры керамических образцов (бытовая посуда) с признаками спекания, период палеометалла, Приморье: 1 — памятник Новый Мир, янковская культура; 2 — поселение Чернятино-2, средний слой, кроуновская культура

Fig. 2. Micrographs of the ceramic samples (pottery) with sintered clay particles, Paleometal period, Primorye: 1 — Novy Mir settlement, Yankovskaya culture; 2 — Chernyatino-2 settlement, middle level, Krounovka culture

значений водопоглощения 2,7–10,3 %. Более низкие значения (2,7–6,2 %) соответствуют экстенсивной витрификации, переходящей к фазе полной витрификации (рис. 4, 3, 4). Вероятные максимальные температуры обжига в восстановительной среде составляют 900–950 °C.

Вариант 5 — микроструктура с признаками почти полной витрификации (рис. 5). Такой характер микроструктуры удалось определить у одного образца с показателем водопоглощения 2,4 %. В данном случае можно говорить о температуре обжига не менее 1050 °C.

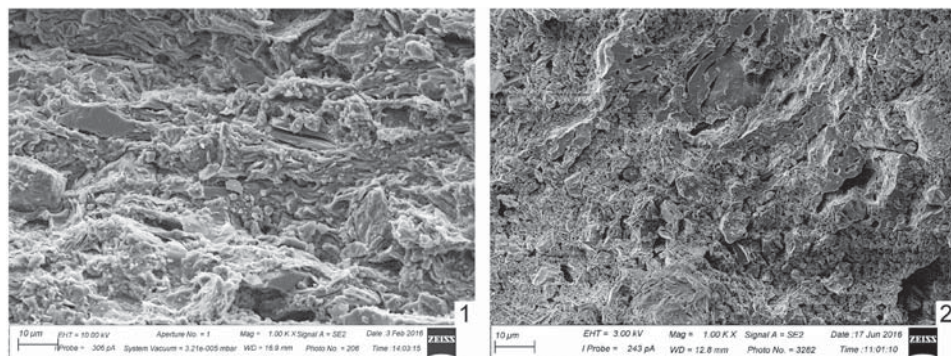


Рис. 3. Микроструктуры керамических образцов с признаками начальной витрификации, эпоха средневековья, период государства Бохай, Приморье: 1 — бытовая посуда, поселение Чернятино-2, верхний слой; 2 — черепица, Краскинское городище

Fig. 3. Micrographs of the ceramic samples showing initial vitrification, Medieval epoch, Bohai period, Primorye: 1 — pottery, Chernyatino-2 settlement, upper level; 2 — tile, fortified settlement of Kraskino

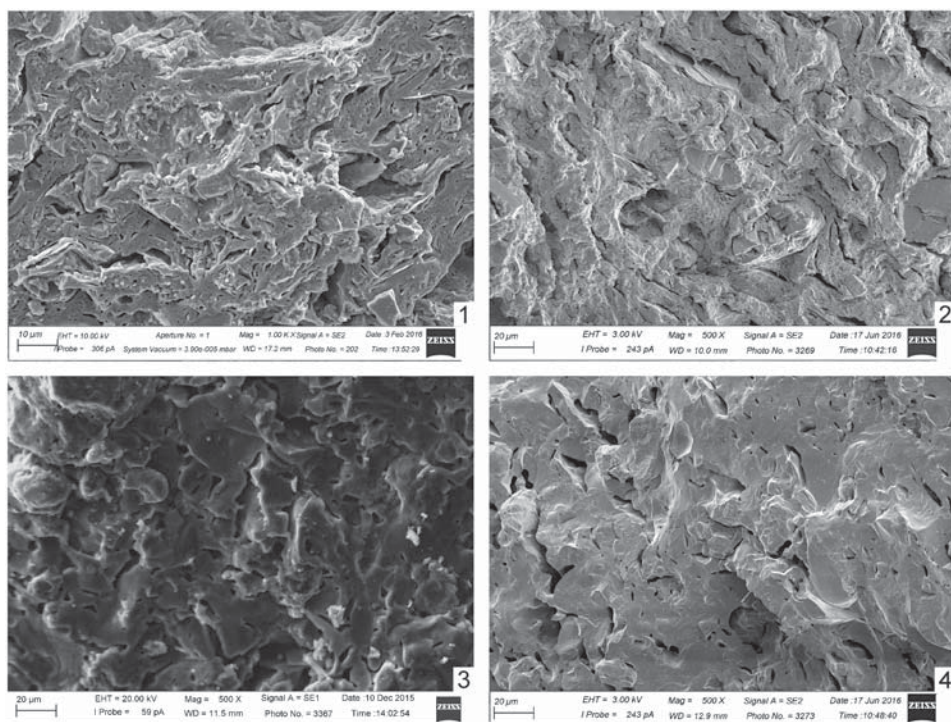


Рис. 4. Микроструктуры керамических образцов, Приморье: 1, 2 — бытовая посуда с признаками экстенсивной витрификации; 3, 4 — черепица с признаками экстенсивной витрификации — перехода к фазе полной витрификации (1 — поселение Чернятино-2, средний слой, кроуновская культура, период палеометалла; 2 — поселение Чернятино-2, верхний слой, период Бохая, эпоха средневековья; 3 — Краскинское городище, период Бохая, эпоха средневековья; 4 — памятник Сергеевка, гончарные печи, период Цзинь (чжурчжэни), эпоха средневековья)

Fig. 4. Micrographs of the ceramic samples, Primorye: 1, 2 — pottery, extensive vitrification; 3, 4 — tile with signs of extensive vitrification transitional to total vitrification (1 — Chernyatino-2 settlement, middle level, Krounovka culture, Paleometal period; 2 — Chernyatino-2 settlement, upper level, Bohai period, Medieval epoch; 3 — fortified settlement of Kraskino, Bohai period, Medieval epoch; 4 — Sergeevka site, pottery kilns, Jin (Jurchen) period, Medieval epoch)

Изложенное выше позволяет высказать некоторые наблюдения. Во-первых, выявленные варианты микроструктуры являются результатом разных температурных режимов обжига и отражают разное качество керамического черепка. С помощью СЭМ зафиксирован широкий интервал вероятных температурных значений — от низких, менее 750 °С, до высоких, более 1000 °С.

Во-вторых, можно отметить, что развитие структурных трансформаций керамики в результате температурного воздействия сопровождается тенденцией к снижению значений показателя водопоглощения. Однако нельзя говорить о строгой корреляции между особенностями микроструктуры керамики и этим показателем.

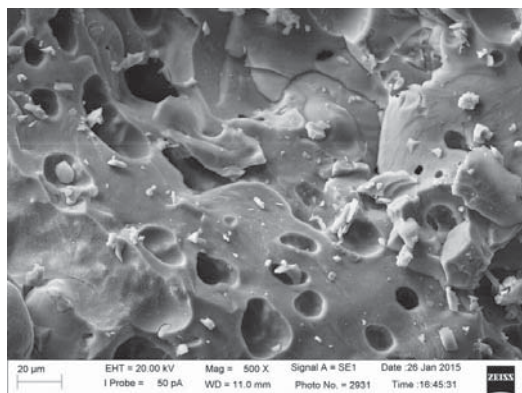


Рис. 5. Микроструктура керамического образца (бытовая посуда) с признаками почти полной витрификации. В образце присутствуют кристаллы муллита. Памятник Нынсанри-сачжи, период Троецарствия, полуостров Корея

Fig. 5. Micrograph of a ceramic sample (pottery). Almost total vitrification. The sample contains crystals of mullite. Nynsanri-sachzhi site, Three Kingdoms period, Korean peninsular

Интервалы его значений у вариантов микроструктуры 1 и 2, а также 2, 3 и 4 частично перекрывают друг друга. Вероятно, влияние трансформаций микроструктуры керамики в фазах спекания, начальной витрификации и экстенсивной витрификации на водопоглощение носит сложный нелинейный характер, изучение которого требует специальных исследований.

Далее рассмотрим, как различные варианты микроструктуры представлены в материале разных культур и памятников и какие заключения о температурных режимах и качестве обжига могут быть сделаны на основании этих данных.

Керамика периода палеометалла Приморья. Исследованные образцы керамики показывают варианты микроструктуры без признаков спекания и витрификации (рис. 1), с признаками спекания (рис. 2, 1, 2) и с признаками экстенсивной витрификации (рис. 4, 1). Первые два варианта, отмеченные для керамики янковской и кроуновской культур, согласуются со сделанными ранее заключениями о температурах обжига в интервале 700–800 °С для окислительной атмосферы. Керамика с признаками экстенсивной витрификации, выявленная на поселении Чернятино-2 (кроуновская культура), связана с развалом обжигательной печи. Вероятная температура обжига в окислительной среде варьирует вокруг 900 °С.

Керамика эпохи средневековья Приморья. Среди восьми исследованных образцов керамической посуды бохайского горизонта поселения Чернятино-2 и Краскинского городища идентифицированы варианты микроструктуры без признаков спекания и витрификации, с признаками спекания, с признаками начальной витрификации (рис. 3, 1) и с признаками экстенсивной витрификации (рис. 4, 2). Отметим, что образцы трех первых вариантов показывают значения водопоглощения в узком

интервале 10,5–12,0 %. Микроструктура с признаками экстенсивной витрификации зафиксирована у образца с показателем водопоглощения 8,1 %.

Пять образцов черепицы из обжигательных печей Краскинского городища имеют микроструктуру с признаками спекания и, предположительно, слабыми проявлениями начальной витрификации, микроструктуру с признаками начальной витрификации (рис. 3, 2) и микроструктуру с признаками экстенсивной витрификации, переходящей в фазу почти полной витрификации. Этот вариант отмечен у образца с показателем водопоглощения 6,2 %.

С учетом того, что вся исследованная керамика является результатом обжига в восстановительной среде, значения действительных температур обжига для образцов с проявлениями витрификации должны быть ниже расчетных не менее чем на 50 °C (Tite et al. 1982). Таким образом, для бохайской серии минимальные температуры могут предполагаться на отметках 700–750 °C, а максимальные значения — до 900 °C.

Керамика чжурчжэньских памятников, представленная пока малым числом исследованных образцов, показала следующие результаты. Два образца сероглиняной посуды из Горнохуторского и Южно-Уссурийского городищ имеют близкий характер микроструктуры, который можно определить как переходный между начальной и экстенсивной витрификацией. Значения показателей водопоглощения образцов составляют 8,9 и 9,5 %. С учетом восстановительной среды можно предполагать вероятную температуру обжига несколько выше 800 °C.

Образец керамической архитектурной декоративной детали из Южно-Уссурийского городища показывает признаки спекания со слабыми проявлениями начальной витрификации. Показатель водопоглощения образца составляет 11,8 %, вероятная температура обжига — около 800 °C.

Два образца черепицы, найденных на участке с обжигательными печами (Сергеевка), показали микроструктуру с признаками экстенсивной витрификации разной степени развития. У образца с показателем водопоглощения 2,7 % витрификация выражена сильнее (рис. 4, 4), чем у образца с индексом 10,0 %. С учетом обжига в восстановительной среде, вероятные температуры могли быть в интервале 850–950 °C.

Керамика Пэкче. Анализ образцов сероглиняной керамики из Нынсанри-сачжи (раннее государство Пэкче) выявил три варианта микроструктуры керамического вещества — со слабыми признаками спекания, с признаками экстенсивной витрификации, а также с признаками почти полной витрификации и, предположительно, наличием на ограниченном участке игольчатых кристаллов муллита — вторичного минерала, образованного под воздействием высоких температур (рис. 5). Значения показателя водопоглощения образцов составляют, соответственно, 13,7 %, 5,9 %, 2,4 %. В целом, исследованная серия диагностирует широкий интервал температур — от 750 °C до минимум 1050 °C.

Закключение. Первый опыт применения СЭМ в исследовании археологической керамики юга Дальнего Востока для определения качества обжига показал эффективность данного метода. Это в значительной мере можно объяснить характером глинистого сырья, которое использовалось как в эпоху первобытности, так и в средневековье. Месторождения и проявления легкоплавких некарбонатных глин широко распространены в Приморье, доступны и достаточно просты в разработке (Жущиховская 2004: 72–73). Как уже отмечалось выше, метод СЭМ с высокой точностью позволяет диагностировать в керамических массах из такого сырья разные фазы термических трансформаций в структуре глинистого вещества.

Еще одно методическое замечание касается предложенной в исследовании практики отбора образцов на анализ методом СЭМ по результатам предварительных серийных измерений показателя водопоглощения керамики. Выявленная тенденция к снижению водопоглощения по мере развития витрификации в глинистой составляющей керамики позволяет, хотя и приблизительно, прогнозировать тот или иной вариант микроструктуры в зависимости от значений показателя и, соответственно, осуществлять отбор проб по определенным критериям.

По данным исследования можно допустить, что образцы керамики с показателем водопоглощения $\leq 10\%$ представляют наибольший интерес для фиксации вариантов микроструктуры с признаками активно развивающейся витрификации, от ее начальной фазы до конечных этапов. Однако для точных суждений о характере зависимости водопоглощения от степени витрификации керамического черепка необходимы специальные экспериментальные исследования с разными минералогическими видами глин и различными формовочными массами, обжигаемыми при заданных температурных режимах.

Полученные результаты позволяют скорректировать представления о вероятном интервале температур обжига в гончарстве культур периода палеометалла Приморья. Если для янковской культуры этот интервал, как и предполагалось ранее, составляет 700–800 °C, то для более поздней кроуновской культуры он может быть расширен до 850–900 °C. Эти температурные значения хорошо согласуются с фактом обнаружения на поселении кроуновской культуры Чернятино-2 остатков обжигательной печи. В дальнейшем планируется уделить особое внимание выявлению и исследованию методом СЭМ образцов керамики данного периода с наиболее низкими значениями показателя водопоглощения как наиболее перспективных для диагностики максимальных температур обжига в гончарстве этого времени.

Результаты исследования образцов керамики из бохайских и чжурчжэньских памятников Приморья позволяют дополнить сделанные ранее заключения о температурных режимах обжига в эпоху средневековья. Согласно нашим данным керамические материалы бохайских памятников показывают разный характер микроструктуры, определяемый качеством обжига, — от спекания до экстенсивной витрификации. Соответственно, можно говорить о температурах от 750 до 900 °C

и, возможно, несколько выше, учитывая практику восстановительного и окислительного режимов обжига. Ранее на основании петрографического анализа были определены температуры обжига черепицы Краскинского городища от 800 до 1000–1100 °С (Гельман и др. 1998). Исследование методом СЭМ образцов бохайской керамики не выявило примеров полной или почти полной витрификации, что указывало бы на температуры выше 950 °С с учетом восстановительной среды обжига. Отметим, что один из исследованных образцов (фрагмент черепицы) имеет индекс водопоглощения 6,2 %. Это минимальное значение для серии из 60 измерений керамики Краскинского городища и одно из самых низких значений для керамики бохайских памятников Приморья в целом. В дальнейшем при обнаружении образцов керамики с более низкими значениями данного показателя станет возможным зафиксировать случаи полной и почти полной витрификации.

Относительно керамики чжурчжэньских памятников Приморья существует точка зрения о температурах обжига 900–960 °С, иногда до 1000–1020 °С, что также основано на петрографических определениях без поправки на условия восстановительной атмосферы (Тупикина 1996: 20–21). Исследование небольшой серии образцов методом СЭМ выявило варианты микроструктуры, соответствующие относительно невысоким температурам обжига, которые варьируют вокруг 800 °С, и температурам среднего ранга — до 900 °С или немного выше. Тот факт, что на чжурчжэньских памятниках керамика с показателем водопоглощения выше средних значений (≥ 14 %) имеет широкое распространение, может указывать на частую практику обжига при невысоких температурах. В целом же, вероятность использования высокотемпературного режима обжига от 1000 °С и выше в производстве посуды и черепицы в эпоху средневековья в Приморье требует специальных доказательств и продолжения исследований в этом направлении.

Согласно результатам СЭМ, широкий интервал температурных режимов практиковался на полуострове Корея в керамическом производстве государства Пэкче периода Троецарствия. Особый интерес представляет образец микроструктуры с почти полной витрификацией и кристаллами муллита, что свидетельствует об обжиге при температуре не менее 1050 °С. Данный пример хорошо согласуется с тезисом о том, что в керамическом производстве ранних государств Кореи начиная с IV в. была освоена технология высокотемпературного обжига в тоннельных склоновых печах (Rha 2006: 33). Эти печи по своей конструкции и техническому потенциалу превосходили известные сегодня тоннельные печи бохайского времени в Приморье (Zhushchikhovskaya, Nikitin 2014). Материалы, которыми мы располагаем, позволяют установить различия в технико-технологическом уровне операции обжига керамической продукции в ранних государствах юга Дальнего Востока².

² Автор благодарит к. и. н. Н. Г. Артемьеву, Ю. Г. Никитину, Т. А. Васильеву за предоставленные для исследования материалы из Чернятино-2, Краскинского, Южно-Уссурийского и Горнохуторского городищ. Также автор признателен проф. Чжун Сукбэ за возможность исследования материалов южнокорейского памятника Нынсанри-сачжи.

Литература

- Августиник 1975 — *Августиник А. И.* Керамика. 2-е изд., перераб. Л.: Стройиздат, 1975. 591 с.
- Артемьева 2008 — *Артемьева Н. Г.* О датировке Южно-Уссурийского городища // Вестник ДВО РАН. 2008. № 2. С. 95–106.
- Васильева 2012 — *Васильева Т. А.* Горнохуторское городище // Артемьева Н. Г. (ред.). Средневековые древности Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2012. Вып. 2. С. 41–55.
- Гребенщиков, Деревянко 2001 — *Гребенщиков А. В., Деревянко Е. И.* Гончарство древних племен Приамурья. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 2001. 120 с.
- Гельман и др. 1998 — *Гельман Е. И., Болдин В. И., Залищак Б. Л.* Перспективный метод. Петрографические исследования черепицы из Краскинского городища // Россия и Азиатско-Тихоокеанский регион. 1998. № 1. С. 103–106.
- Жущиковская 2004 — *Жущиковская И. С.* Очерки истории древнего гончарства Дальнего Востока России. Владивосток: ДВО РАН, 2004. 312 с.
- Жущиковская 2014 — *Жущиковская И. С.* Показатель водопоглощения древней керамики юга Дальнего Востока: опыт исследования // Тихоокеанская археология. 2014. Вып. 29. С. 27–49.
- Жущиковская и др. 2013 — *Жущиковская И. С., Артемьева Н. Г., Коровник М., Никитин Ю. Г.* Керамические комплексы памятников янковской культуры восточного побережья Уссурийского залива // Тихоокеанская археология. 2013. Вып. 27. С. 81–116.
- Ким, Ли 2006 — *Ким Ч. М., Ли Б. Х.* Артефакты и ремесла в государстве Пэкче. Пусан: Изд-во Е-Мэк, 2006. 167 с. (на кор. яз.).
- Никитин, Чжун 2008 — *Никитин Ю. Г., Чжун С.* Археологические исследования на поселении Чернятино-2 в 2007 году. Дэджон, 2008. Ч. 1 — 351 с. (на рус. яз.); Ч. 2 — 332 с. (на кор. яз.); Ч. 3 — 236 с. (цв. ил.).
- Ситдииков, Храмченкова 2011 — *Ситдииков А. Г., Храмченкова Р. Х.* Типология поливной керамики Казанского ханства и анализ ее элементного состава // Вестник Татарского государственного гуманитарно-педагогического университета. 2011. № 3. С. 125–132.
- Тупикина 1996 — *Тупикина С. М.* Керамика чжурчжэней Приморья XII — начала XIII в. Владивосток: Дальнаука, 1996. 118 с.
- Уоррел 1978 — *Уоррел У.* Глины и керамическое сырье. М.: Мир, 1978. 237 с.
- Чжун 2012 — *Чжун Сук бэ.* Пусёкий храмовый комплекс Нынсанри-сачжи (VI–VII вв.) эпохи Пэкче периода Саби // Артемьева Н. Г. (ред.). Средневековые древности Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2012. Вып. 2. С. 112–138.
- Bjork 1995 — *Bjork C.* Early Pottery in Greece. A Technological and Functional Analysis of the Evidence from Neolithic Achilleion Thessaly. Jonsered: P. Åströms, 1995. ix + 172 p.
- Boldin, Nikitin 1999 — *Boldin V. I., Nikitin Yu. G.* Bohai roof tiles from Kraskinskoe ancient town // Guo Jingkun (ed.). The Proceedings of the ISAC '99. Shanghai, 1999. P. 338–346.
- Day et al. 2006 — *Day P. M., Kilikoglou V., Joyner L., Gesell G.* Goddesses, Snake Tubes, and Plaques. Analysis of Ceramic Ritual Objects from the LM IIIC Shrine at Kavousi // Hesperia. 2006. Vol. 75. P. 137–175.
- Koh et al. 2009 — *Koh Ch. C., Kil Ch. W., Ahn S., Lee Y. E., Kim G., Suh D. M.* A Scientific Study on Koryo Whiteware from Chungamni Kiln in Kyonggi Province // Guo Jingkun (ed.). The Proceedings of the ISAC '09. Beijing, 2009. P. 194–205.
- Lahlil et al. 2013 — *Lahlil S., Li W., Xu J. M.* Crack Patterns Morphology of Ancient Chinese Wares // The Old Potter's Almanack. 2013. Vol. 18, no. 1. P. 1–9.
- Maniatis 2009 — *Maniatis Y.* The Emergence of Ceramic technology and its Evolution as Revealed with the use of Scientific Techniques // Shortland A., Freestone I., Rehren T. (eds.). From Mine to Microscopy: Advances in the Study of Ancient Technology. Oxford: Oxbow, 2009. P. 1–18.
- Rice 1987 — *Rice P. M.* Pottery Analyses. A Sourcebook. Chicago; London: The University of Chicago Press, 1987. xxiii + 559 p.

Rha 2006 — *Rha S.* Pottery. Korean Traditional Handicrafts. Seoul: National Museum of Korea Press, 2006. 151 p.

Tite 1992 — *Tite M. S.* The Impact of Electron Microscopy on Ceramic Studies // Proceedings of the British Academy. 1992. Vol. 77. P. 111–131.

Shepard 1985 — *Shepard A. O.* Ceramics for the Archaeologist. Washington, DC: Carnegie Institution Press, 1985. 414 p.

Tite, Maniatis 1975 — *Tite M. S., Maniatis Y.* Examination of ancient pottery using the scanning electron microscope // *Nature*. 1975. No. 257. P. 122–123.

Tite et al. 1982 — *Tite M. S., Freestone I. C., Meeks N. D., Bimson M.* The Use of Scanning Electron Microscopy in the Technological Examination of Ancient Ceramics // *Olin J. S., Franklin A. D.* (eds.). Archaeological Ceramics. Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press, 1982. P. 109–120.

Vasil'ev 2009 — *Vasil'ev Yu. M.* The Furnaces for the Burning Tiles in the Village Sergeevka // *Guo Jingkun* (ed.). The Proceedings of ISAC'09. Shanghai, 2009. P. 840–843.

Zhushchikhovskaya, Nikitin 2014 — *Zhushchikhovskaya I. S., Nikitin Yu. G.* Ceramic Firing Structures in Prehistoric and Ancient Societies of the Russian Far East // *Asian Perspectives*. 2014. Vol. 53. No. 2. P. 121–149.

EXPERIENCE OF USING SCANNING ELECTRON MICROSCOPY IN THE STUDY OF ARCHAEOLOGICAL CERAMICS FROM THE SOUTHERN FAR EAST

I. S. ZHUSHCHIKHOVSKAYA

Keywords: *scanning electron microscopy, ceramics, microstructure, water absorption, firing temperature, southern Far East, Paleometal period, Medieval epoch.*

The method of scanning electron microscopy was used to obtain information about the temperatures of pottery firing in the southern Far East in the Paleometal and Medieval periods. The study sample included specimens of clay vessels from the Yankovskaya culture (IX — IV–III cc. BC), Krounovka culture (IV–V cc. BC — III–IV cc. AD), the State of Bohai (698–926) and Jin Empire (1115–1234) in Primorye, as well as Nynsanri-sachzhi site (VI–VII cc., Three Kingdoms period) in the Korean peninsula. As a result several types of ceramic microstructure were identified: 1 — without any signs of sintering and vitrification (fig. 1); 2 — with signs of sintering (fig. 2, 1, 2); 3 — with signs of initial vitrification) (fig. 3, 1, 2); 4 — with signs of extensive vitrification (fig. 4, 1–4); 5 — with signs of almost total vitrification (fig. 5). Each of these variants is interpreted as an indicator of a certain firing temperature. Firing temperatures typical of pottery making of the Paleometal period ranged within an interval of 700–800 °C, or up to 900 °C at the latest stage, in oxidation atmosphere. The Medieval pottery of Primorye was fired under the temperature ranging from 750 °C to 900 °C or slightly more. The firing temperatures determined for the Three Kingdom period pottery of Korea vary between 750 °C and 1050 °C.

Literature

Августиник 1975 — *Avgustinnik A. I. Keramika [Ceramics]*. 2nd ed. L.: Stroiizdat, 1975. 591 p. (in Russian).

Артемьева 2008 — *Artemieva N. G. O datirovke Yujno-Ussuriyskogo gorodisch'a [On the date of the Yuzhno-Ussuri settlement]* // *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk [Bulletin of the Far Eastern Branch of RAS]*. 2008. No. 2. P. 95–106 (in Russian).

Васильева 2012 — *Vasilieva T. A. Gornohutorskoe gorodisch'e [Gornokhutorskoe settlement]* // *Artemieva N. G. (ed.). Srednevekovye drevnosti Primor'ya [Medieval antiquities of Primorye]*. Vladivostok: Dalnauka, 2012. Vol. 2. P. 41–55 (in Russian).

Гребенщиков, Деревянко 2001 — *Grebenschikov A. V., Derevianko E. I. Goncharstvo drevnih plemen Priamur'ya [Pottery of the ancient tribes of the Amur region]*. Novosibirsk: IAE, 2001. 120 p. (in Russian).

Гельман и др. 1998 — *Gelman E. I., Boldin V. I., Zalizhchak B. L. Perspektivnyy metod. Petrograficheskie issledovaniya cherepicy iz Kraskinskogo gorodisch'a [Promising method. Petrographic studies of tile from the Kraskinskoe settlement]* // *Rossiia i Aziatsko-Tihookeanskiy region (Russia and the Asia-Pacific Region)*. 1998. No. 1. P. 103–106 (in Russian).

Жушиховская 2004 — *Zhushchikhovskaya I. S. Ocherki istorii drevnego goncharstva Dal'nego Vostoka Rossii [Essays on the history of the ancient pottery of the Russian Far East]*. Vladivostok: Far Eastern Branch of RAS, 2004. 312 p. (in Russian).

Жушиховская 2014 — *Zhushchikhovskaya I. S. Pokazatel' vodopogloscheniya drevney keramiki yuga Dal'nego Vostoka: opyt issledovaniya [Indicator of water absorption for the ancient pottery of the southern Far East: a research trial]* // *Tihookeanskaya arheologiya [Pacific archaeology]*. 2014. Vol. 29. P. 27–49 (in Russian).

Жушиховская и др. 2013 — *Zhushchikhovskaya I. S., Artemieva N. G., Korovnik M., Nikitin Yu. G. Keramicheskie komplekсы pamyatnikov yankovskoy kul'tury vostochnogo poberej'ya Ussuriyskogo zaliva [Pottery assemblages of the Yankovskaya culture from the eastern coast of the Ussuri Bay]* // *Tihookeanskaya arheologiya [Pacific archaeology]*. 2013. Vol. 27. P. 81–116 (in Russian).

Ким, Ли 2006 — *Kim Ch. M., Li B. Kh. Artefakty i remesla v gosudarstve Pe'kche [Artifacts and crafts in the State of Baekje]*. Buyeo: E-Mek, 2006. 167 p. (in Korean).

Никитин, Чжун 2008 — *Nikitin Yu. G., Zhong C. Arheologicheskie issledovaniya na poselenii Chernyatino-2 v 2007 godu [Archaeological works at the settlement of Chernyatino-2 in 2007]*. Daejeon, 2008. Pt. 1 — 351 p. (in Russian); Pt. 2 — 332 p. (in Korean); Pt. 3 — 236 p. (color ill.).

Ситдилов, Храмченкова 2011 — *Sitdikov A. G., Khramchenkova R. Kh. Tipologiya polivnoy keramiki Kazanskogo hanstva i analiz ee e'lementnogo sostava [Typology of glazed ceramics of the Kazan' khanate and the analysis of its ultimate composition]* // *Vestnik Tatarskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta [Bulletin of the Tatar SU of Humanities and Education]*. 2011. No. 3. P. 125–132 (in Russian).

Тупикина 1996 — *Tupikina S. M. Keramika chjurchje'ney Primor'ya XII — nachala XIII v. [Jurchen pottery of Primorye of the XII — early XIII c.]*. Vladivostok: Dalnauka, 1996. 118 p. (in Russian).

Уоррел 1978 — *Worrall W. Gliny' i keramicheskoe syr'e [Clays and ceramic raw materials]*. M.: Mir, 1978. 237 p. (in Russian).

Чжун 2012 — *Zhong Suk. Pue'skiy hramovy'y kompleks Ny'nsanri-sachji (VI–VII vv.) e'pohi Pe'kche perioda Sabi [Buyeo temple assemblage of Nynsanri-sachzhi (VI–VII cc.) of the Baekje epoch, Sabi period]* // *Artemieva N. G. (ed.). Srednevekovye drevnosti Primor'ya [Medieval antiquities of Primorye]*. Vladivostok: Dalnauka, 2012. Vol. 2. P. 112–138. (in Russian).

Бйорк 1995 — *Bjork C. Early Pottery in Greece. A Technological and Functional Analysis of the Evidence from Neolithic Achilleion Thessaly*. Jonsered: P. Åströms, 1995. ix + 172 p.

Болдин, Никитин 1999 — *Boldin V. I., Nikitin Yu. G. Bohai roof tiles from Kraskinskoe ancient town* // *Guo Jingkun (ed.). The Proceedings of the ISAC '99*. Shanghai, 1999. P. 338–346.

Day et al. 2006 — *Day P. M., Kilikoglou V., Joyner L., Gesell G.* Goddesses, Snake Tubes, and Plaques. Analysis of Ceramic Ritual Objects from the LM IIIC Shrine at Kavousi // *Hesperia*. 2006. Vol. 75. P. 137–175.

Koh et al. 2009 — *Koh Ch. C., Kil Ch. W., Ahn S., Lee Y. E., Kim G., Suh D. M.* A Scientific Study on Koryo Whiteware from Chungamni Kiln in Kyonggi Province // Guo Jingkun (ed.). *The Proceedings of the ISAC '09*. Beijing, 2009. P. 194–205.

Lahlil et al. 2013 — *Lahlil S., Li W., Xu J. M.* Crack Patterns Morphology of Ancient Chinese Wares // *The Old Potter's Almanack*. 2013. Vol. 18, no. 1. P. 1–9.

Maniatis 2009 — *Maniatis Y.* The Emergence of Ceramic technology and its Evolution as Revealed with the use of Scientific Techniques // Shortland A., Freestone I., Rehren T. (eds.). *From Mine to Microscopy: Advances in the Study of Ancient Technology*. Oxford: Oxbow, 2009. P. 1–18.

Rice 1987 — *Rice P. M.* Pottery Analyses. A Sourcebook. Chicago; London: The University of Chicago Press, 1987. xxiii + 559 p.

Rha 2006 — *Rha S.* Pottery. Korean Traditional Handicrafts. Seoul: National Museum of Korea Press, 2006. 151 p.

Tite 1992 — *Tite M. S.* The Impact of Electron Microscopy on Ceramic Studies // *Proceedings of the British Academy*. 1992. Vol. 77. P. 111–131.

Shepard 1985 — *Shepard A. O.* Ceramics for the Archaeologist. Washington, DC: Carnegie Institution Press, 1985. 414 p.

Tite, Maniatis 1975 — *Tite M. S., Maniatis Y.* Examination of ancient pottery using the scanning electron microscope // *Nature*. 1975. No. 257. P. 122–123.

Tite et al. 1982 — *Tite M. S., Freestone I. C., Meeks N. D., Bimson M.* The Use of Scanning Electron Microscopy in the Technological Examination of Ancient Ceramics // Olin J. S., Franklin A. D. (eds.). *Archaeological Ceramics*. Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press, 1982. P. 109–120.

Vasil'ev 2009 — *Vasil'ev Yu. M.* The Furnaces for the Burning Tiles in the Village Sergeevka // Guo Jingkun (ed.). *The Proceedings of ISAC'09*. Shanghai, 2009. P. 840–843.

Zhushchikhovskaya, Nikitin 2014 — *Zhushchikhovskaya I. S., Nikitin Yu. G.* Ceramic Firing Structures in Prehistoric and Ancient Societies of the Russian Far East // *Asian Perspectives*. 2014. Vol. 53. No. 2. P. 121–149.