

УДК 902

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ОБЖИГА СОСУДОВ

© 2015

Е.В.Волкова, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник отдела теории и методики
Ю.Б.Цетлин, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник отдела теории и методики
Институт археологии РАН, Москва (Россия)

Аннотация. Статья посвящена изучению приемов термической обработки глиняных сосудов. Это одна из важнейших исследовательских задач анализа древней керамики, пока еще мало обеспеченная надежными методами. В статье изложены история изучения режимов обжига сосудов с позиций историко-культурного подхода к изучению древнего гончарства, результаты полевых экспериментов 2013 и 2014 гг. по обжигу керамики в кострище и очаге, проводившихся авторами на базе Самарской экспериментальной экспедиции по изучению гончарства (руководители – Н.П. Салугина и И.Н. Васильева) и результаты лабораторного исследования температуры обжига экспериментальной керамики по методу А.А. Бобринского. Основное внимание уделено изучению режимов низко- и высокотемпературного обжига сосудов в восстановительной и окислительной среде, анализу сочетания обжига в окислительной среде с последующей химико-термической обработкой сосудов в восстановительной среде путем чернения. В результате лабораторных испытаний по определению температуры обжига экспериментальных сосудов выяснилась необходимость дальнейшего усовершенствования данного метода. Авторами намечены некоторые пути решения этой проблемы и перспективы экспериментального изучения обжига глиняных сосудов.

Ключевые слова: археология; гончарство; керамика; эксперимент; обжиг; температура; методы анализа.

Постановка проблемы. Основой для изучения режимов обжига глиняной посуды служат обширные данные этнографии и результаты экспериментальных исследований (см. например, D.E. Arnold [1], W.R. Deboer, D. Lathrap [2], W.A. Longacre [3], K.C. Reid [4], P.M. Rice [5], O.S. Rye [6, 7], A.O. Shepard [8], M.S. Tite, V. Kilikoglou, G. Vekinis [9], И.Г. Глушков [10]), однако до сих пор многие проблемы остаются малоисследованными.

Данная статья посвящена изложению некоторых экспериментально полученных результатов изучения обжига сосудов в кострищах и очагах, проводившихся в окислительной и восстановительной газовой среде с использованием различных видов топлива. Первоначально ставился вопрос о выделении признаков, по которым можно было бы различать сосуды, обожженные в каждом из этих устройств. Но таких признаков выделить не удалось. Однако в ходе работы были получены некоторые новые данные, выяснение которых сначала не входила в нашу задачу. Они и будут изложены в этой статье.

Поскольку пока еще накоплены очень скромные данные об обжиге в примитивных обжигательных устройствах, мы сочли целесообразным изложить здесь, во-первых, те результаты, которые были получены в рамках историко-культурного подхода до начала наших исследований, чтобы показать тот фундамент знаний, на котором мы базировались, во-вторых, результаты наших наблюдений над таким обжигом, полученные в 2013–2014 гг. во время работы в Самарской керамической экспедиции, в-третьих, представить результаты контрольных лабораторных испытаний обломков от сосудов, обожженных в полевых условиях.

Об истории изучения обжига керамики с позиций историко-культурного подхода. Термиче-

ская обработка глиняных сосудов (или их обжиг) относится к особой узкой технологической задаче, которая состоит в «придании глиняным сосудам прочности и водонепроницаемости». Решение этой задачи происходит на третьей, «закрепительной» стадии технологического процесса (А.А. Бобринский [11, с. 11]; Ю.Б. Цетлин [12, с. 109–124]). Однако, когда в 1978 г. вышла в свет классическая работа А.А. Бобринского «Гончарство Восточной Европы. Источники и методы изучения» [13], исследователь еще не был готов к тому, чтобы подробно изложить в ней методы изучения приемов термической обработки посуды, которые использовались древними гончарами. В ней содержатся только отдельные сведения по этому вопросу.

Важнейшими из них являются: 1) по цвету черепка, обожженного в окислительной среде, различаются ожеженные и нежеженные глины, первые приобретают терракотовую окраску, вторые – кремевую [13, с. 80]; 2) трехслойная структура излома образуется при кратковременном высокотемпературном (выше 600–650°C) обжиге в окислительной среде [13, с. 237]; 3) в условиях восстановительной среды красно-коричневый черепок обесцвечивается, окрашиваясь полностью или частично (в зависимости от длительности выдержки в такой среде) в холодные тона – от белого до серого [13, с. 237–238]; 4) первоначальный цвет поверхности и излома сосуда может меняться в результате его использования для приготовления на огне горячей пищи [13, с. 239–240].

Позднее, в 1980-е гг., А.А. Бобринским было открыто и исследовано, а в 1989 г. опубликовано явление так называемой «остаточной пластичности» (А.А. Бобринский [14]). Суть его состоит в том, что после обжига сосуда при температурах ниже предела каления глины или при такой температуре, но в

течение короткого времени формовочная масса не полностью утрачивает свои пластические свойства и путем смачивания может быть вновь переведена в пластичное состояние, полностью или частично пригодное для повторной лепки. Явление «остаточной пластичности» в максимальной степени проявляется у сосудов из чистой глины или с добавкой минеральных примесей, обожженных при температуре не выше 450–470°C. Оно может фиксироваться и у сосудов, обожженных в течение короткого времени при температуре начала каления глины (550–650°C). Такие сосуды сохраняют остаточную пластичность только в центральной части черепка, а слои, примыкающие к поверхности, образуют плотную обожженную «корку», утратившую уже это свойство.

В 1993 г. в совместной статье трех авторов, посвященной кострищам для обжига керамики, было сформулировано важное требование, касающееся оценки пригодности образцов керамики для изучения температуры и режимов обжига (А.А. Бобринский, Е.В. Волкова, И.А. Гей [15, с. 14]). Оно состоит в том, что, если фрагменты сосуда после его разрушения оказались в зоне действия вторичного огня (костер, пожар и т.п.), то их поверхности и изломы приобретают одинаковую окраску. Поэтому они либо вообще не пригодны, либо ограниченно пригодны для изучения этой технологической операции. Если огонь был сильным и длительным, то одинаковая окраска проникает на всю глубину черепка, что хорошо видно по свежему сколу. В этом случае обломки сосудов уже не пригодны для изучения обжига. Если же, наряду с одинаковой окрашенностью поверхностей и старых изломов, в свежем изломе все же сохраняется трехслойность черепка, то такие обломки будут ограниченно пригодны для анализа. К сожалению, эти требования почти никогда учитываются исследователями при изучении обжига древних сосудов.

Продолжая накапливать наблюдения о приемах термической обработки сосудов, А.А. Бобринский сформулировал некоторые закономерности их эволюции в истории гончарства [11]. В частности, он выделил три уровня развития представлений древних гончаров об обжиге (несформированное, частично-сформированное и полностью сформированное), в рамках которых использовались различные виды термической обработки сосудов, отражающие последовательные этапы эволюции этих приемов.

Несформированное представление проявляется в низкотемпературном (ниже 650–700°C) обжиге сосудов в течение очень короткого, короткого или длительного времени.

Частично-сформированное представление характеризуется «неполным обжигом» сосудов при температуре начала каления глины – около 650–700°C, относительно короткой выдержкой сосудов при этой температуре и быстрым или медленным их остыванием. В первом случае в изломе образуется четкая граница между осветленными поверхностными и темным центральным слоями черепка, во втором – размытая.

Полностью сформированное представление об

обжиге характеризуется термической обработкой сосудов только при температуре каления глины (выше 650–700°C) в течение более продолжительного времени с быстрым или медленным остыванием изделий. Это состояние часто характеризуется полной прокаленностью черепка.

Важным достижением А.А. Бобринского была разработка метода определения температуры обжига сосудов в окислительной среде путем «*ступенчатого нагревания*». Он заключается в сравнении первоначального цвета исследуемого черепка с цветом взятых от него же небольших фрагментов, нагретых повторно в муфельной печи до разных температур (500°, 600°, 700° и 800°C). Рубеж, при котором изменился первоначальный цвет черепка, приблизительно указывает на температуру обжига изделия [11, с. 93]. Более точное определение температуры обжига сосудов не имеет смысла, поскольку, как показали экспериментальные исследования, в условиях примитивного обжига (кострового или очажного) колебания температуры в разных частях обжигательного устройства составляют обычно от 200° до 400°C (О.Р. Gosselain [16, 17]), а в условиях печного или горнового обжига от 100° до 200°C.

Помимо этого, А.А. Бобринским был предложен оригинальный метод определения длительности выдержки изделий при температуре каления глины в окислительной среде по степени прокаленности черепка [18, с. 417–418].

В этой же статье исследователь обратил внимание на чрезвычайно любопытный факт, касающийся термической обработки сосудов. При изучении древнейшей керамики Ближнего Востока (культура Сотто, конец VII – начало VI тыс. до н. э.) были выявлены образцы керамики с трехслойным черепком, которые после повторного обжига «в муфельной печи при температуре 850–900°C в течение нескольких часов... оставались непрокаленными насквозь, а трехслойными в изломе, словно высокие температуры были не способны повлиять на их изначальные свойства» [18, с. 416]. Подобная же керамика была обнаружена им в материалах горного Алтая, Среднего Поволжья и Среднерусской равнины. Это явление пока не получило какого-либо объяснения.

С начала 1990-х гг. систематическое исследование приемов термической обработки глиняных сосудов проводилось в Самарской области под руководством И.Н. Васильевой и Н.П. Салугиной в организованной ими экспедиции по экспериментальному изучению древнего гончарства [19, с. 244–248]. Плановое осуществление исследовательской Программы «Обжиг» включало изучение влияния на керамику двух групп факторов: 1) предваряющих обжиг (конструирование и размер обжигового устройства; характер топлива; способ укладки сосудов; количество и размер обжигаемых сосудов; состав формовочной массы); 2) *связанных непосредственно с процессом обжига* (скорость подъема температуры; выдержка при температуре каления; вид атмосферной среды; скорость остывания изделий; общая длительность

обжига). При этом использовались обжигательные устройства разных видов и конструкций (кострища, очаги и горны).

Многочисленные исследования, выполненные по этой программе (было проведено в общей сложности несколько десятков обжигов), позволили сделать целый ряд важных наблюдений. В частности, при обжиге сосудов в очагах была 1) выявлена зависимость между прочностью сосудов и временем выдержки их при температурах каления глины, однако высокая прочность сосудов может быть достигнута и в ходе длительного низкотемпературного обжига; 2) цвет поверхности сосудов зависит от вида топлива и характера газовой среды в зоне расположения сосудов: а) при обжиге в окислительной и полувосстановительной среде дрова придают поверхности сосудов коричневый цвет с серыми пятнами, а излом характеризуется трехслойностью; б) обжиг в навозе в восстановительной среде окрашивает поверхности и изломы сосудов преимущественно в однотонный темно-серый и черный цвет; в) низкотемпературный обжиг в углях и золе характеризуется черной с серыми и бурыми пятнами поверхностью изделий в сочетании с осветленными краевыми слоями в изломе; г) смешанное топливо создает пятнистую поверхность с преобладанием как серого, так и коричневого цветов, с осветленными поверхностными слоями излома.

Важное наблюдение было сделано авторами в 1997 г. при участии специалиста-теплотехника Самарского технического университета Б.В. Скиба. Проводился обжиг в очаге одиночного сосуда, который был обложен сначала навозом, затем дровами. Во время обжига с помощью специальной термопары постоянно велись замеры температуры на самом сосуде и параллельно с помощью пирометра – температуры пламени и углей. Выяснилось, что на сосуде максимальная температура около 580°C была достигнута на 22 минуте с начала горения, в течение последующих 2,5 часов она колебалась между 390° и 490°C. При этом средняя температура углей составила 850–900°C, пламени 950–1000°C. Этот опыт интересен тем, что при таком обжиге температура нагрева самого сосуда оказалась примерно в два раза ниже температуры горящего топлива.

Таким образом, за прошедшие полвека исследователями в рамках историко-культурного подхода к изучению древнего гончарства было накоплено значительное количество наблюдений об обжиге как особом приеме придания сосудам прочности и водонепроницаемости. Однако, несмотря на это, многие стороны этого процесса еще оставались неясными.

Экспериментальное изучение обжига сосудов в 2013 г. Традиционно считается, что большая часть ранней археологической керамики обжигалась в кострищах или очагах. Такие заключения обычно делаются, исходя из пятнистой поверхности сосудов и их двух или трехцветных изломов.

При проведении в 2013 г. обжигов сосудов на базе Самарской экспедиции по экспериментальному изучению древнего гончарства (руководители – И.Н.

Васильева, Н.П. Салугина) перед нами стояли две цели. Первая – исследование хода самого процесса термической обработки глиняных сосудов при использовании разных видов топлива. Вторая – путем анализа цветовых особенностей поверхностей и изломов сосудов выделить устойчивые признаки, которые позволили бы различать сосуды, обожженные в кострище и очаге. (Подробное описание всех деталей организации и проведения экспериментов, а также графиков температур см.: Е.В. Волкова [20]; Е.В. Волкова [21]). Здесь же мы приведем только основные результаты, полученные в ходе этой работы.

Во-первых, определились некоторые зависимости цвета обожженного сосуда от состава его формовочной массы. Сосуды из чистой глины окрашивались преимущественно в оранжевые тона, а сосуды с добавкой шамота и навоза – в бежевые тона. Возможно, такое осветление сосудов произошло из-за примеси навоза в формовочной массе.

Во-вторых, сосуды из составной формовочной массы в целом были лучше прокалены, чем сосуды, сделанные из чистой глины.

В-третьих, в результате эксперимента не удалось выделить достаточно надежные признаки сосудов, обожженных в кострище и в очаге. Большая часть сосудов, независимо от вида обжигательного устройства, не имеет одноцветной поверхности, а количество слоев и их цветовые сочетания в изломах сильно варьируют в пределах одного сосуда. Это указывает на нестабильность газовой среды (окислительной и восстановительной) на разных этапах обжига как в кострище, так и в очаге.

Экспериментальное изучение обжига сосудов в 2014 г. На базе той же экспедиции был проведен эксперимент по обжигу сосудов в восстановительной среде. Целью эксперимента было получение сосудов с серой или черной поверхностью и такими же изломами, лишенных остаточной пластичности.

В соответствии с намеченной программой было проведено 4 обжига в очаге: два длительных низкотемпературных в восстановительной среде в течение всего обжига (в первом случае в качестве «изолятора» от кислорода воздуха использовался песок, во втором – зола) и два окислительных высокотемпературных обжига с созданием восстановительной среды на заключительном этапе. Очаг представлял собой яму с плоским дном, глубиной 60 см и диаметром 80 см, дно очага выложено кирпичами в один слой, толщиной 10 см. Для каждого обжига было изготовлено по три сосуда: один из «ила» и два из формовочной массы по рецепту «глина среднежелезистая + сухой навоз коровы в концентрации 1:2». Сосуды высотой около 10 см и с толщиной стенок 0,7–1,0 см делались на форме-основе с последующим выбиванием колотушкой.

Обжиг № 1, в песке. Стенки очага были обложены большими кусками сосновой коры. На слой сухого песка толщиной 6 см были поставлены сосуды и засыпаны горкой сухого песка высотой 8–10 см. Затем был сооружен шалаш из коры высотой 90 см.

Активное горение поддерживалось в течение 5 часов, путем подкладывания топлива каждые 10 минут. Температура горения коры была около 850°C. Через 6 часов исчез открытый огонь. Максимальная температура верхней части золы была 350°C, в глубине золы – 700°C. Через 9 часов очаг был накрыт листом железа и оставлен до следующего утра. Выяснилось, что сосуды сохранили свой первоначальный цвет, а при проведении мокрым пальцем по их поверхностям, на пальце оставались частички глины или ила. Таким образом, сосуды совершенно не обожглись, т.к. песок оказался слишком хорошим изолятором тепла.

Обжиг № 2, в золе. Стенки и дно очага обложили кусками коры толщиной 10 см, на слой коры поставили сосуды. Их засыпали холодной и теплой золой в виде горки высотой 10 см. Сверху был сооружен шалаш из коры высотой 80 см. Активное горение, как и в обжиге № 1, длилось в течение 5 часов, путем подкладывания топлива через каждые 10 минут. Максимальная температура пламени была 850°C. Через 5,5 часов исчез открытый огонь, а через 6 часов температура верхнего слоя золы была 350°C. В это время очаг закрыли листом железа и оставили до утра. Сосуды приобрели серые поверхности и немного более темные однотонные изломы, остаточная пластичность не зафиксирована.

Обжиг № 3, высокотемпературный окислительный с восстановительной средой на последнем этапе. На дне очага из сучьев сооружена платформа толщиной 10 см. На нее поставлены сосуды, перекрытые шалашом из веток и сучьев высотой 1 м. Время активного горения с подкладыванием топлива длилось 20 мин., максимальная температура пламени 815°C. Еще через 20 мин, когда прекратился открытый огонь, поверх углей были уложены сырые сосновые ветки с иголками слоем толщиной 0,5 м. Ветки сразу же были засыпаны слоем песка мощностью около 30 см так, чтобы не было дыма. После этого очаг прикрыли листом железа и оставили до утра. Сосуды приобрели черные, с глянцевыми пятнами поверхности и однотонно черные изломы, остаточная пластичность не сохранилась.

Обжиг № 4, высокотемпературный окислительный с восстановительной средой на последнем этапе. Использовались 2 сосуда из смешанной формовочной массы, которые не обожглись во время обжига № 1. Организация этого обжига аналогична обжигу № 3. Но в данном случае сразу после прекращения огня горячие угли были засыпаны слоем песка толщиной 15–20 см, затем очаг перекрыли листом железа и оставили до утра. У сосуда, стоявшего горлом вниз, внутренняя поверхность черная, внешняя – темно-серая со светло-серыми пятнами, изломы одноцветный черный и двухцветный. У сосуда, стоявшего горлом вверх, поверхности серые со светло-серыми и черными пятнами, изломы одноцветный черный, двухцветный и трехцветный (серо-черные). Остаточная пластичность не зафиксирована.

Новая исследовательская задача. В начале статьи отмечалось, что А.А. Бобринским были предло-

жены два метода определения температуры обжига сосудов. Один – по степени остаточной пластичности – предназначен для сосудов, обжигавшихся при температуре ниже 470°C различное время или 500–650°C в течение очень короткого времени. Второй – путем повторного обжига черепка в муфельной печи и фиксации температуры, при которой темный цвет части излома переходит в коричневый – применяется для сосудов, прошедших неполный окислительный обжиг при температурах выше 650°C.

Однако в ходе наших предварительных попыток определить этими методами в лабораторных условиях температуру обжига некоторых экспериментальных сосудов 2013 и 2014 гг. были вновь зафиксированы факты, которые не укладывались в сложившиеся представления.

Во-первых, выяснилось, что обломки некоторых сосудов с трехслойным изломом (из эксперимента 2013 г.) не утрачивали темный цвет излома после их обжига в муфельной печи при температуре, заметно более высокой, чем та, при которой они предположительно обжигались.

Во-вторых, обломки некоторых сосудов с одноцветным черным, темным или серым изломом (из эксперимента 2014 г.), подвергшиеся длительному обжигу в восстановительной среде (обжиг № 2), или высокотемпературному окислительному обжигу с последующим чернением (обжиги № 3 и № 4) утрачивали темный цвет излома после повторного обжига в муфельной печи при температурах начала каления глины, а обломки других сосудов (обжиг № 4) сохраняли темный цвет и при значительно более высоких температурах.

Поэтому перед нами встала задача, попытаться выяснить причины этих явлений.

Для реконструкции температуры обжига экспериментальных сосудов фрагменты от каждого из них обжигались в муфельной печи при 450°, 550°, 650°, 750°, 850° и 950°C с выдержкой в течение 10 мин. Исходный образец сравнивался с остальными шестью и выбирался тот, в котором серая или черная часть излома становилась бежевой или оранжевой. Этот и предыдущий по температуре образец фиксировали диапазон, в котором находилась температура, испытанная экспериментальным сосудом во время обжига.

Для отработки метода подобному анализу подверглись не только сосуды из эксперимента 2014 г., но и экспериментальные сосуды, обожженные в 2013 г., температура обжига которых была более или менее известна, поскольку она измерялась сразу же, как только сосуды становились видны по мере прогорания топлива.

Результаты этого лабораторного эксперимента систематизированы в таблицах 1 и 2, где, помимо этого, приведена сводная информация обо всех обжигах. Начнем с рассмотрения данных таблицы 1 (эксперимент 2013 г.), в первую очередь, обращая внимание на две последние колонки, где указаны максимальная зафиксированная температура на поверхности сосуда и реконструированная температура обжига изделия.

Обжиг № 1. В кострище: максимальная зафиксированная температура сосудов – 708°C, а реконструированная температура для обоих сосудов – 850–950°C. В очаге: максимальная зафиксированная температура сосудов – 532°C, реконструированная температура обжига одного сосуда 850–950°C, другого – 1000°C.

Обжиг № 2. В кострище: максимальная температура сосудов – 517°C, реконструированная температура для сосуда из чистой глины – 750–850°C и для сосуда из смешанной формовочной массы – 650–750°C. В очаге: максимальная температура сосудов – 520°C, реконструированная температура для сосуда из чистой глины 850–950°C и для сосуда из смешанной формовочной массы – 650–750°C.

Обжиг № 3. В кострище: максимальная температура сосудов – 740°C, реконструированная температура обжига сосуда из чистой глины – 850–950°C, сосуда из смешанной формовочной массы – 750–850°C. В очаге: максимальная температура сосудов – 870°C, реконструированная температура одного сосуда – 850–950°C, второго – 1000°C.

Обжиг № 4. В очаге: максимальная зафиксированная температура сосудов – 300°C, реконструированная температура обжига сосудов – 450–550°C.

Обжиг № 5. В кострище: максимальная температура сосудов – 534°C, реконструированная температура обоих сосудов – 550–650°C. В очаге: максимальная температура сосудов – 480°C, реконструированная температура сосудов – 650–750°C.

В таблице 2 (эксперимент 2014 г.) не указана температура непосредственно самих сосудов во время обжига, т.к. ее технически трудно было измерить, а приведены результаты реконструкции температуры обжига сосудов.

В обжиге № 1 (низкотемпературный в восстановительной среде) температура углей над слоем песка была 850°C, сосуды сохранили сильную остаточную пластичность, реконструированная температура обжига сосудов – ниже 450°C.

В обжиге № 2 (низкотемпературный в восстановительной среде) максимальная температура углей над слоем золы 850°C, реконструированная температура обжига сосудов – 500°C.

В обжиге № 3 (высокотемпературный в окислительной среде с последующим чернением) максимальная температура углей 815°C, реконструированная температура сосуда из «ила» 500°C, из смешанной формовочной массы – 600°C.

В обжиге № 4 (высокотемпературный в окислительной среде с последующим чернением) максимальная температура углей 920°C, реконструированная температура одного сосуда 550°C, второго – 850–950°C, причем, оба они сделаны из одной и той же смешанной формовочной массы.

Обсуждение результатов исследования. Из данных, приведенных в таблице 1, напрашиваются два вывода. Во-первых, реконструированная температура обжига сосудов всегда выше температуры сосудов, зафиксированной пирометром. Во-вторых, для сосудов со смешанной формовочной массой в ряде случаев

реконструированная температура обжига примерно на 100–150°C ниже, чем для сосудов из чистой глины при одинаковых условиях обжига. Это еще раз подтверждает сделанный ранее вывод о более быстрой «обжигаемости» сосудов, изготовленных из смеси глины, навоза и шамота. В-третьих, при обжиге как в кострище, так и в очаге после прогорания топлива сосуды продолжают длительное время испытывать температуры выше предела каления глины, находясь при этом в условиях восстановительной среды, что ведет не только к сохранению и закреплению темной окраски излома за счет восстановления окиси железа (Fe₂O₃), содержащейся в самой глине, в закись железа (FeO), окрасившей черепок в серый и черный тона.

Судя по результатам, приведенным в таблице 2, реконструированная температура сосудов в обжиге № 1 и № 2 близка ожидаемой, а реконструированная температура сосудов обжиге № 3 и № 4 оказалась неожиданно низкой для трех сосудов из четырех. Как было зафиксировано ранее, во время окислительного обжига в сучьях и ветках сосны сосуды должны были испытать температуру не менее 750°C. Поэтому реконструированная температура 500–650°C для трех сосудов, скорее всего, характеризует не температуру их обжига, а ту, при которой происходило чернение. Поскольку классическое чернение сосудов во всех случаях связано с подкладыванием в обжигательное устройство свежих и смолистых веток или других органических материалов типа полувлажного навоза, оно всегда ведет к резкому падению температуры в зоне расположения сосудов, которое в сочетании с очень ограниченным доступом кислорода из воздуха приводит к тому, что эти органические материалы не горят, а медленно тлеют при этой пониженной температуре (не более 650°C). Однако это не объясняет очень высокую реконструированную температуру четвертого сосуда (850–950°C).

В любом случае перед нами стоит задача дальнейшего изучения температурных режимов обжига сосудов в восстановительной среде как сохраняющейся на протяжении всего периода термической обработки изделий, так и возникающей в силу разных причин на отдельных ее этапах. Таким образом, первый опыт применения данного метода выдвинул ряд новых вопросов и исследовательских задач, требующих решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Arnold D.E. Ceramic theory and cultural process. Cambridge University Press. 1985. 268 p.
2. DeBoer W.R. and Lathrap D. The making and breaking of Shipibo-Conibo ceramics // Ethnoarchaeology: Implications of ethnography for archaeology. N-Y. Columbia University Press. 1979. P. 102–138.
3. Longacre W.A. Kalinga pottery, an ethnoarchaeological study // Pattern of the Past. Cambridge: Cambridge University Press. 1981. P. 49–66.
4. Reid K.C. Fire and ice: New evidence for the production and preservation of Late Archaic fiber-

- tempered pottery in the middle-latitude lowlands // *American Antiquity*. 1984. Vol. 49 (1). P. 55–76.
5. Rice P.M. *Pottery Analysis. A Sourcebook*. Chicago and London: The University of Chicago Press. 1987. 559 p.
6. Rye O.S. Keeping your temper under control // *Archaeology and Physical Anthropology in Oceania*. 1976. Vol. 11 (2). P. 106–137.
7. Rye O.S. *Pottery technology*. Taraxacum-Washington. 1981. 150 p.
8. Shepard A.O. *Ceramics for the archaeologist*. Carnegie Institution of Washington, Publication 609. 1963. 414 p.
9. Tite M.S., Kilikoglou V., Vekinis G. Strength, Toughness And Thermal Shock Resistance Of Ancient Ceramics, And Their Influence On Technological Choice // *Archaeometry*. Vol. 43 (3). 2001. P. 301–324.
10. Глушков И.Г. Керамика как исторический источник. Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН. Новосибирск, 1996. 328 с.
11. Бобринский А.А. Гончарная технология как объект историко-культурного изучения / А.А. Бобринский // *Актуальные проблемы изучения древнего гончарства* (коллективная монография). Самара: Изд-во Сам ГПУ, 1999. С. 5–109.
12. Цетлин Ю.Б. Древняя керамика. Теория и методы историко-культурного подхода. М.: ИА РАН, 2012. 384 с.
13. Бобринский А.А. Гончарство Восточной Европы. Источники и методы изучения. М.: Наука, 1978. 272 с.
14. Бобринский А.А. К методике изучения обжига керамики // Первая кубанская археологическая конференция. Тез докл. Краснодар: Кубанский ГУ, 1989. С. 20–23.
15. Бобринский А.А., Волкова Е.В., Гей И.А. Кострища для обжига керамики // *Археологические исследования в Поволжье*. Самара: Изд-во «Самарский университет», 1993. С. 3–44.
16. Gosselain O.P. Bonfire of the Enquiries. Pottery Firing Temperatures in Archaeology: What For ? // *Journal of Archaeological science* 1992. 19. 243–259.
17. Gosselain O. P. In Pots We Trust: The Processing of Clay and Symbols in Sub-Saharan Africa // *Journal of Material Culture* 1999. Vol. 4(2): 205–230.
18. Бобринский А.А. Данные технологии о происхождении гончарства // *Вопросы археологии Поволжья*. Вып. 4. Самара: Изд-во «Научно-технический центр», 2006. С. 413–421.
19. Васильева И.Н., Салугина Н.П.. Работы экспедиции по экспериментальному изучению древнего гончарства // *Вопросы археологии Урала и Поволжья*. К 30-летию Средневожской археологической экспедиции. Самара: Изд-во «Самарский университет», 1999. С. 234–257
20. Волкова Е.В. Роль эксперимента в изучении обжига глиняной посуды // *Труды IV (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани*. Том IV. Казань: Отечество, 2014. С.133–137;
21. Волкова Е.В. Очаг или кострище (экспериментальный обжиг посуды) // в печати.

Таблица 1 – Сводные данные по экспериментальным обжигам в 2013 г.

№ обжига	Обжигательное устройство	Вид топлива	Общая длительность обжига	Максимальная температура углей	Выдержка при температуре углей >500-600°C	Шифр сосуда	Остаточная пластичность	Цвет излома сосуда после обжига	Максимальная температура сосуда	Реконструированная температура обжига сосудов
1	Кострище	Сучья сосны	2 ч 15 мин	757°C	33 мин, > 600°C	2к1 12к1	нет нет	оранж.-сер. беж.-черн.	708°C	850-950°C 850-950°C
	Очаг	Сучья сосны	2 ч 15 мин	750°C	24 мин, > 600°C	1о1 8о1	нет нет	оранж.-черн. беж.-черн.	532°C	850-950°C 1000°C
2	Кострище	Ветки сосны	3 ч 05 мин	796°C	18 мин, > 600°C	4к2 14к2	нет нет	оранж.-беж.-черн. черн.	517°C	550-650°C 550-650°C
	Очаг	Ветки сосны	5 ч 0 мин	803°C	7 мин, > 600°C	3о2 13о2	нет нет	оранж.-сер.-черн. оранж.-темн.-сер.	520°C	750-850°C 650-750°C
3	Кострище	Кора сосны	2 ч 48 мин	905°C	125 мин, > 600°C	6к3 16к3	нет нет	оранж.-темн.-сер. оранж.-черн.	740°C	850-950°C 750-850°C
	Очаг	Кора сосны	6 ч 20 мин	976°C	150 мин, 500-600°C	5о3 15о3	нет нет	оранж.-сер.-черн. оранж.-сер.-черн.	870°C	850-950°C 1000°C
4	Очаг	Сено	7 ч 55 мин	609°C	20 мин, > 600°C	7о4 17о4	сильная сильная	черн. черн.	300°C	450-550°C 450-550°C
5	Кострище	Навоз коровы	4 ч 45 мин	670°C	60 мин, > 500°C	11к5 20к5	нет нет	св.-кор.-черн. беж.-черн.	534°C	550-650°C 550-650°C
	Очаг	Навоз коровы	7 ч 20 мин	600°C	25 мин, > 500°C	19о5 10о5	нет нет	оранж.-черн. оранж.-черн.	480°C	650-750°C 650-750°C

Таблица 2 – Сводные данные по экспериментальным обжигам 2014 г.

№ обжига	Вид обжига	Вид топлива	Детали обжига	Общая длительность обжига	Максимальная температура углей	Выдержка при температуре углей > 600	Шифр сосуда	Остаточная пластичность	Цвет излома сосуда после обжига	Реконструированная температура обжига сосудов
1 восстано- вительный	низко- темпера- турный	кора сосны	изолятор песок	актив. горе- ние - 5 ч общая - 9 ч	850°C	600- 862°C в течение 6,5 ч	22o1	сильная	кор.-черн.	< 450°C
							23o1	сильная	кор.-черн.	< 450°C
2 восстано- вительный	низко- темпера- турный	кора сосны	изолятор зола	активн. го- рение - 5 ч общая - 6 ч	700- 850°C	600- 850°C в течение 5,5 ч	24o2	нет	темн.-сер.	500°C
							25o2	нет	темн.-сер.	500°C
3 окисли- тельный с чернением	высоко- темпера- турный	дерево сосны	свежие ветки сосны + песок	40 мин активного горения	750- 815°C	750- 815°C в течение 6,5 ч	27o3	нет	черн.	500°C
							28o3	нет	черн.	600°C
4 окисли- тельный с чернением	высоко- темпера- турный	дерево сосны	угли + песок	40 мин активного горения	820- 920°C	600- 923°C в течение 0,5 ч	22o1	нет	сер.-черн.	550°C
							23o1	нет	сер.-черн.	850-950°C

SOME ISSUES OF EXPERIMENTAL STUDY OF CLAY VESSELS' FIRING PROCESS

© 2015

H.V.Volkova, candidate of history sciences, senior research fellow,
Theory and Method Department

Y.B.Tsetlin, doctor of history science, leading research fellow,
Theory and Method Department,
Institute of Archaeology Russian Academy of Sciences, Moscow (Russia)

Abstract. This paper is dedicated to the study of clay vessels' firing treatment. It is one of the most important scientific tasks in the field of ancient ceramic investigations which is low provided by the reliable methods till now. The next questions are described here: first – the history of study of firing process under historical-and-cultural approach to the ancient pottery production; second – the organization and results of field experimental study of clay vessels' firing in fireplace and in oven made by the authors on the basis of Samara pottery experimental expedition (N.P. Salugina is a head of the expedition), third – the results of the laboratory research of firing temperature on experimental vessels by Bobrinsky's color method. We concentrate our attention on the study of firing vessels in oxidizing and reducing conditions, on analysis of oxidizing firing at the first step and special chemical-and-thermal treatment of vessels in reducing conditions by blacking at the second step. In the results of laboratory tests of vessels sherds' firing temperature we came to the conclusion that the method is need to improve. At the end of paper the authors put forward some kind of ways to decide the problem and a plan of future experimental study of pottery firing process.

Keywords: archaeology; pottery production; ceramics; experiment; firing process; firing temperature; methods of analysis.