

Краткие сообщения

Brief Communications

DOI: 10.31857/S020596060005934-9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЖИГА ДРЕВНЕЙ И СРЕДНЕВЕКОВОЙ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ КЕРАМИКИ

ОРУЗБАЕВА Гульнара Талгатовна — *Киргизский государственный технический университет им. И. Раззакова; Киргизская Республика, 720044, Бишкек, пр. Айтматова, д. 66; E-mail: gul_talg@mail.ru*

© Г. Т. Орузбаева

В данной статье приводятся и обсуждаются результаты работы по определению температуры обжига иссык-кульской керамики, изготовленной в период со II тысячелетия до н. э. и до XII в., проведенной методами петрографического и рентгенофазового анализа и путем испытаний на твердость. Материалом для исследований стали археологические находки керамического материала из окрестностей озера Иссык-Куль — региона, богатого археологическими памятниками. Как показали исследования, с течением времени температура обжига возрастала: если во II тысячелетии она составляла 500–600 °С, то к X–XII вв. возросла до 1000 °С, что можно объяснить совершенствованием технологических процессов и ростом мастерства гончаров. При этом средняя температура обжига иссык-кульской керамики X–XII вв. сопоставима со средней температурой обжига изделий из других местностей Средней Азии, что указывает на тесные культурно-экономические взаимосвязи, которые способствовали обмену опытом между гончарами всего региона.

Ключевые слова: иссык-кульская керамика, температура обжига, микроскопический и рентгенофазовый анализ, испытания на твердость.

Статья поступила в редакцию 1 февраля 2018 г.

THE DETERMINATION OF FIRING TEMPERATURE OF THE ANCIENT AND MEDIEVAL ISSYK-KUL CERAMICS

ORUZBAYEVA Gulnara Talgatovna – *I. Razzakov Kyrgyz State Technical University; Prospekt Aitmatova, 66, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic; E-mail: gul_talg@mail.ru*

© G. N. Oruzbayeva

Abstract: This paper describes and discusses the results of the determination of the temperature of firing the Issyk-Kul ceramics manufactured during the period from the 2nd millennium BC through the 12th century, using microscopic and X-ray phase analysis and hardness tests. The study materials were the archaeological findings of ceramic materials from around the Lake of Issyk-Kul, the region abundant with the archaeological monuments. It was found that, over this period, the firing temperature increased from 500–600 °C in the 2nd millennium BC to 1000 °C in the 10th–12th century, which can be explained by the advancement of technological processes and improved potters' skills. At the same time, the average firing temperature of the 10th–12th century Issyk-Kul ceramics was found to be compatible with the average firing temperature of the artifacts from other areas in Central Asia, which suggests close cultural and economic links conducive for sharing best practices among potters across the entire region.

Keywords: Issyk-Kul ceramics, firing temperature, microscopic and X-ray phase analysis, hardness test.

For citation: Oruzbayeva, G. N. (2019) Opredelenie temperatury obzhiga drevnei i srednevekovoi issyk-kul'skoi keramiki [The Determination of Firing Temperature of the Ancient and Medieval Issyk-Kul Ceramics], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 40, no. 3, pp. 592–599, DOI: 10.31857/S020596060005934-9

Район озера Иссык-Куль, расположенного в горах Центрального Тянь-Шаня на территории Киргизской Республики, богат историческими памятниками. На побережье Иссык-Куля находятся руины более 100 древних поселений и более десятка их — на дне озера. В этих поселениях существовали высокоразвитые для своего времени производства, из которых важнейшим было керамическое. Керамические изделия с берегов Иссык-Куля отличаются высокими декоративными и техническими качествами и богатым ассортиментом. Являясь ценными археологическими артефактами, они неоднократно подвергались изучению, в частности исследовались технологии их изготовления¹. Одним из важнейших компонентов последних является процедура обжига, завершающая процесс изготовления керамических изделий и

¹ См.: Орузбаева Г. Т., Касымова М. Т. Развитие керамического, металлургического, стекольного производства на территории Кыргызстана до XII в. // Известия Киргизского государственного технического университета. 2013. № 29. С. 209–213.

обеспечивающая спекание материала черепка, образование глазури и закрепление красок росписи. В свою очередь, важнейшим параметром обжига является его температура.

Определению температуры обжига древней керамики посвящен целый ряд работ. Так, Э. В. Сайко подробно исследовала режим обжига керамики Средней Азии, в частности древних городов Хульбука, Магианы, Афрасиаба и других ремесленных центров региона ². С. Жущиховская и Б. Л. Залищак с помощью петрографического метода изучали температуры обжига древней керамики Приморья ³. Б. Н. Виноградова исследовала режим обжига керамики древнего Хорезма ⁴. Т. В. Осипова рассмотрела применение методов естественных наук в современных археологических исследованиях ⁵. В то же время, как показывает анализ литературы, режим обжига киргизской, в частности иссык-кульской, керамики изучен очень слабо. В связи с этим в данной работе приводятся результаты работы по определению температуры обжига иссык-кульской керамики, изготовленной в период со II тысячелетия до н. э. и до XII в., методами петрографического и рентгенофазового анализа и путем испытаний на твердость. Материалами для исследований стали археологические находки керамического материала из окрестностей Иссык-Куля, предоставленные профессором Киргизско-турецкого университета «Манас» К. Ш. Табалдиевым и музеем Киргизско-российского славянского университета.

Изучение твердости образцов проводилось по методу Роквелла. Поскольку керамика имеет неравномерную плотность, замеры в двух рядом находящихся участках образца могут дать разные показатели твердости. Иногда разница значений очень большая в связи с тем, что наконечник прибора для измерения твердости может попасть в поры керамики или на твердые зерна примесей. Поэтому при исследовании делались несколько замеров и вычислялась средняя твердость. Полученные значения твердости разных образцов приведены в таблице.

² Сайко Э. В. История технологии керамического ремесла Средней Азии VII–XII вв. Душанбе: Дониш, 1966; Сайко Э. В. Режим обжига в практике древних и средневековых гончаров Востока // Археология Сибири, Средней Азии и Кавказа / Ред. И. Т. Кругликова. М.: Наука, 1981. С. 43–64 (Институт археологии АН СССР. Краткие сообщения. Т. 167).

³ Жущиховская С., Залищак Б. Л. Петрографический метод в изучении древней керамики (на материале неолитических-средневековых культур Приморья) // Методы естественных наук в археологическом изучении древних производств на Дальнем Востоке СССР / Ред. О. В. Дьякова, В. Д. Ленков, Э. В. Шавкунов. Владивосток: Дальневосточный научный центр АН СССР, 1986. С. 55–67.

⁴ Виноградова Б. Н. Петрографическое исследование керамики древнего Хорезма // Петролого-минералогические особенности пород и технического камня / Ред. В. П. Петров. М.: Недра, 1979. С. 99–106.

⁵ Осипова Т. В. Применение методов естественных наук в современных археологических исследованиях // Известия Пензенского государственного педагогического университета имени В. Г. Белинского. 2012. № 27. С. 870–872.

Таблица. Данные об образцах исык-кульской керамики, подвергнутых исследованию

Номер образца	Место обнаружения образца	Временной период	Средняя твердость, HR	Температура обжига, °С
1	бассейн р. Тосор, Жети-Огузский район	II тыс. до н. э.	16	500–600
2	с. Уч-Курбу Жети-Огузский район	III–II вв. до н. э.	22,7	650–850
3	бассейн р. Тосор, Жети-Огузский район	II–III вв.	27,7	700–900
4	с. Жаркынбаево, Исык-Кульский район	II–III вв.	83,8	800–900
5	с. Кайнар, Тонский район	X–XII вв.	112,2	850–950
6	с. Туура-Суу, Тонский район	X–XII вв.	113,6	900–1000
7	с. Курменты, Тюпский район	X–XII вв.	103,6	800–900

Рентгенофазовый анализ основан на изучении спектров рентгеновской дифракции, получаемых при облучении различных кристаллических веществ ⁶. Наличие или отсутствие тех или иных кристаллических фаз определяют как характер минерального состава используемых глин, так и степень их температурного преобразования.

В процессе обжига нарушается первичная структура слюды в результате потери гидроксильной группы. При температуре 970 °С образуется шпинель. В температурных пределах 1000–1100 °С претерпевает определенные изменения и кварцевый материал – зерна кварца пелитизируются. В результате термических преобразований изменяется фазовый состав глинистого материала. При температуре 800–840 °С появляется геленит. Волластонит образуется в температурном интервале от 850 до 1000 °С, муллит – при температуре 1000 °С, анортит – в пределах температур от 1000 до 1050 °С и т. д. ⁷

Использование рентгенофазового анализа при изучении температурных изменений в образце № 1 (бассейн реки Тосор эпохи бронзы) позволило зафиксировать кристаллические фазы ангидрит – иллит – ортоклаз, на основании чего можно предположить, что температура обжига могла достигать значений от 500 до 600 °С. В образце № 2 присутствуют цинцит – лейцит – магнезит, что соответствует температуре обжига от 650 до 850 °С ⁸.

⁶ Кузнецова Г. А. Качественный рентгенофазовый анализ. Иркутск: Иркутский государственный университет, 2005.

⁷ Сайко. Режим обжига в практике...

⁸ Касымова М. Т., Орузбаева Г. Т. Физико-химические исследования джети-огузской керамики // Вестник Киргизско-российского славянского университета. 2017. Т. 17. № 8. С. 112–115.

II–III вв. н. э. представлены двумя образцами, обнаруженными в с. Жаркынбаево (№ 4) и в районе бассейна реки Тосор (№ 3). На основании обнаружения таких минеральных фаз, как галлуазит – форстерит – кальцит для образца № 4 и альбит – α -кристобалит – лейцит для образца № 3, можно предположить температуру обжига для образца № 4 – 800–900 °С, а для образца № 3 – 700–900 °С.

Керамика X–XII вв. представлена образцами, обнаруженными в с. Кайнар (№ 5) и с. Туура-Суу (№ 6) Тонского района, а также керамикой с. Курменты Тюпского района (№ 7). Изучение температурных изменений в образце № 5 позволило на основании обнаружения таких минеральных фаз, как анатаз – гидрослюда, предположить, что температура обжига находилась в пределах от 850 до 950 °С. Образец № 6 демонстрирует фазы флогопит – форстерит – ортоклаз, что соответствует температуре обжига 900–1000 °С. В составе образца № 7 зафиксированы кристаллические фазы мусковит – форстерит – флогопит, что соответствует температуре обжига 800–900 °С.

Значения температуры обжига, определенные рентгенофазовым анализом, подтверждаются значениями твердости. Например, средняя твердость образца № 6 (113,6 HR) несколько выше средней твердости образца № 5 (112,2 HR), но это различие не принципиальное. Оно указывает на более высокую температуру обжига образца № 6.

Другим возможным способом определения температуры является микроскопический анализ глиняных масс черепков, при помощи которого можно определить термические изменения некоторых компонентов глиняной массы изделия. Известно, что кварц растрескивается, а α -кварц переходит в β -кварц теоретически при 575 °С, а практически при 800–900 °С. Но превращение обычного кварца в высокотемпературный под микроскопом не обнаруживается, поскольку при охлаждении происходит обратное превращение его в низкотемпературный. Глинистый минерал каолинит теряет конституционную воду при 800–900 °С, полностью ослабляясь. Подвергаются изменениям гидрослюда, обычный минерал в рядовых глинах, и другие минералы. Однако практически при микроскопическом изучении глиняной массы черепка могут быть отмечены преобразования лишь некоторых минералов, температура этих изменений определяется приблизительно. Наиболее показательными являются карбонатные и железистые соединения. Фиксируются под микроскопом такие изменения, как помутнение зерен кварца, полевого шпата, для которого потемнение зерен отмечается в температурном интервале 650–950 °С. Что касается железистых соединений, то они довольно выразительно реагируют на температуру.

Обезвоженный железно-кислый минерал гематит, сам представляющий собой продукт разложения, в свою очередь, в зависимости от условий превращается в магнетит, лимонит и другие железистые минералы, придающие глинам желтую и красно-коричневую окраску. Полиморфные превращения гематита при обжиге происходят при температуре 675–678 °С, биотит имеет четко выраженный эндотермический эффект

в интервале 570–700 °С, когда происходит выделение гидратной воды. Этот процесс заканчивается при 1160–1180 °С и может быть зафиксирован микроскопическим исследованием⁹.

Исследования фрагментов иссик-кульской керамики показали разницу в температуре обжига изделий. Но эта разница не была связана с определенными формами и видами этих изделий, скорее всего, дело в разном времени обжига и его конкретных условиях. Согласно данным микроскопического исследования, грубая керамика эпохи бронзы (№ 1) готовилась из относительно малопластичных глинистых пород – местных лёссовидных суглинков, не требовавших введения отошающих добавок. Следовательно, температура обжига изделий бассейна реки Тосор раннего периода была невысокой – 500–600 °С. Температура обжига изделия из села Уч-Курбу III–II вв. до н. э. (№ 2) не превышает 850 °С¹⁰.

Судя по образцу № 3, при его производстве использована глина без введения отошающих добавок. Петрографический шлиф данной керамики показывает присутствие на фоне тонкодисперсной основы многочисленных мелкозернистых зерен альбита, кварца размером от сотых долей мм до 0,1 мм, что соответствует средней температуре обжига 700–900 °С. Несколько выше температура обжига образца № 4, которая равнялась 800–900 °С.

Для изделий периода X–XII вв. температура обжига была выше. Так, петрографическое исследование изменений в глиняной массе образца из села Туура-Суу (№ 6), изготовленного из лёссовидного суглинка, свидетельствует о том, что он был обожжен при довольно высокой температуре, около 1000 °С. В массе черепка отмечены субмикроскопические новообразования, при большом увеличении хорошо фиксируются кристаллы форстерита, имеющие стеклянный блеск.

Температура обжига изделия из села Кайнар находилась в пределах 850–950 °С, так как карбонат полностью обожжен, слюда превращена в гидрослюда. Чуть ниже температура обжига керамики из села Курменты – 800–900 °С.

Таким образом, средняя температура обжига иссик-кульской керамики X–XII вв. находилась в пределах 800–1000 °С, что аналогично температуре, использовавшейся в других местностях Средней Азии (900–1000 °С).

Подводя итог, можно сказать, что данные петрографического, рентгенофазового анализов и испытаний на твердость иссик-кульской керамики периода до XII в. показывают, что рост температуры обжига был сложным и многопланово обусловленным процессом. Керамические изделия II тыс. до н. э. обжигались при температуре от 500–600 °С (образец № 1), а в X–XII вв. температура обжига керамики возросла до 1000 °С (образец № 6). Это объясняется совершенствованием

⁹ Сайко Э. В. О технологии обжига керамических изделий средневековых среднеазиатских мастеров // Известия отдела общественных наук АН Таджикской ССР. 1965. № 1 (39). С. 62–69.

¹⁰ Касимова, Орузбаева. Физико-химические исследования джети-огузской керамики...

технологических процессов и мастерства гончаров. Также результаты петрографического и рентгенофазового анализов хорошо стыкуются друг с другом и подтверждены результатами измерения твердости. А то, что средняя температура обжига иссык-кульской керамики X–XII вв. сопоставима со средней температурой обжига изделий из других местностей Средней Азии, указывает на тесные культурно-экономические взаимосвязи, которые способствовали обмену опытом между гончарами всего региона.

References

- Kasymova, M. T., and Oruzbaeva, G. T. (2017) Fiziko-khimicheskie issledovaniia dzheti-oguzskoi keramiki [Physico-Chemical Studies of the Jeti Oguz Ceramics], *Vestnik Kirgizsko-rossiiskogo slavianskogo universiteta*, vol. 17, no. 8, pp. 112–115.
- Kuznetsova, G. A. (2005) *Kachestvennyi rentgenofazovyi analiz [Qualitative X-Ray Phase Analysis]*. Irkutsk: Irkutskii gosudarstvennyi universitet.
- Oruzbaeva, G. T., and Kasymova, M. T. (2013) Razvitie keramicheskogo, metallurgicheskogo, stekol'nogo proizvodstva na territorii Kyrgyzstana do XII v. [The Development of Ceramic, Metal, and Glass Production in Kyrgyzstan before the 12th Century], *Izvestiia Kirgizskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, no. 29, pp. 209–213.
- Osipova, T. V. (2012) Primenenie metodov estestvennykh nauk v sovremennykh arkhelogicheskikh issledovaniiaakh [The Application of the Methods of Natural Sciences in the Contemporary Archaeological Research], *Izvestiia Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni V. G. Belinskogo*, no 27, pp. 870–872.
- Saiko, E. V. (1965) O tekhnologii obzhiga keramicheskikh izdelii srednevekovykh sredneaziatskikh masterov [On the Ceramic Firing Technology Employed by the Medieval Central Asian Craftsmen], *Izvestiia otdela obshchestvennykh nauk AN Tadzhikskoi SSR*, no. 1 (39), pp. 62–69.
- Saiko, E. V. (1966) *Istoriia tekhnologii keramicheskogo remesla Srednei Azii VII–XII vv. [The History of Ceramic Craft Technology in Central Asia in the 7th to 12th Century]*. Dushanbe: Donish.
- Saiko, E. V. (1981) Rezhim obzhiga v praktike drevnikh i srednevekovykh goncharov Vostoka [Firing Conditions Used by the Ancient and Medieval Potters of the East], in: Kruglikova, I. T. (ed.) *Arkheologiya Sibiri, Srednei Azii i Kavkaza [The Archeology of Siberia, Central Asia, and the Caucasus]*. M.: Nauka, pp. 43–64 (Institut arkheologii AN SSSR, *Kratkie soobshcheniia*, vol. 167).
- Vinogradova, B. N. (1979) Petrograficheskoe issledovanie keramiki drevnego Khorezma (A Petrographic Study of the Ancient Choresmia Ceramics), in: Petrov, V. P. (ed.) *Petrologo-mineralogicheskie osobennosti porod i tekhnicheskogo kamnia [Petrological and Mineralogical Characteristics of the Rocks and Technical Stone]*. M.: Nedra, pp. 99–106.
- Zhushchikhovskaia, S., and Zalizchak, B. L. (1986) Petrograficheskii metod v izuchenii drevnei keramiki (na materiale neoliticheskikh-srednevekovykh kul'tur Primor'ia) [The Petrographic Method in the Studies of Ancient Ceramics (Based on the Material of the Neolithic and Medieval Cultures of Primorye)], in: D'iakova, O. V., Len'kov, V. D., and Shavkunov, E. V. (eds.) *Metody estestvennykh nauk v arkheologicheskom izuchenii drevnikh proizvodstv na Dal'nem Vostoke SSSR [The Methods of Natural Sciences in the Archaeological Studies of the Ancient Manufactures in the Far East of the USSR]*. Vladivostok: Dal'nevostochnyi nauchnyi tsentr AN SSSR, pp. 55–67.

Received: February 1, 2018.