

РАМАНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ И ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ ЧЕРНОЛОЩЕНОЙ КЕРАМИКИ

**Лобзова Р.В.¹ (lobzovarv@mail.ru), Кадикова И.А.,¹ Бискэ Н.С.²
(nataliabiske@yandex.ru), Колодей В.А.² (kolodey@sampro.ru)**

¹ГосНИИР, Москва; ²Карельское отделение. Институт геологии Карельского НЦ РАН

RAMAN AND FTIR SPECTROSCOPY OF BLACK-GLAZED CERAMICS

Lobzova R.V., Kadikova I.A., Biske N.S., Kolodey V.A.

State Research Institute for Restoration, Moscow; Karelia branch. Institute of Geology Karelian Research Centre

Одним из признаков классификации керамических изделий является цвет черепка, который зависит от цвета использованных глин и режима обжига (Акунова, Приблуда, 1979; Будников, 1972). Различают красноглиняную, белоглиняную и черноглиняную керамику, а некоторые исследователи добавляют и сероглиняную. В работе М.Г. Рабинович (Рабинович, 1071) отмечается, что такое формальное объединение типов керамики создает затруднения в атрибуции и вводит в заблуждение, так как чернолощенные сосуды по условиям восстановительного обжига могут иметь белые пятна на поверхности и дать белое лощение черепка, красной глине восстановительный обжиг придает серый цвет, но если такой черный черепок обжечь в окислительном режиме, то он опять приобретет красный цвет.

Нами были исследованы образцы чернолощенной черепицы и плиток пола из археологических коллекций лапидария Московского Кремля, Александровской Слободы и «Теремка» ИАИ.

Образцы имели черное покрытие (лощение) и серый черепок. При повторном их обжиге в окислительных условиях появилась различная окраска как черепка, так и черного покрытия. Серый исходный цвет керамики сменился на красно-оранжевый, как и черное покрытие, в другом образце черепок стал кремоватым, а покрытие белым, напоминающим ангоб.

Методами петрографии (бинокулярный микроскоп МБС-10, стереомикроскоп LEICA EZ4 D, поляризационный микроскоп ПОЛАМ Р-211 М) и электронной микроскопии (JSM-5300, Япония, спектрометр Link ISIS, Великобритания) были выявлены текстурно-структурные особенности, минеральный и элементный состав керамики. Для реконструкции первичного состава глин был применен метод петрохимического пересчета А. А. Предовского (1984). На основе выведенных коэффициентов (глиноземистости, железистости, щелочности и др.) и соотношений некоторых оксидов определен различный минеральный состав использованных глин в производстве исследованных чернолощенных деталей. Наибольшие вариации установлены для щелочных элементов при

относительном постоянстве калия и щелочно-земельных элементов, особенно кальция и железа. Для выяснения структуры чернолощеного покрытия были применены методы Рамановской и инфракрасной спектроскопии.

Методом ИК-спектроскопии исследовались образцы как исходные, так и обожженные в окислительном режиме при $T=600^{\circ}\text{C}$ (ИК-микроскоп LUMOS, фирмы Bruker, Германия). Выявлена аморфная структура углерода, несколько различающаяся в отдельных участках.

В ИК-спектрах поглощения различных образцов чернолощеной керамики общей характеристикой является положение полос поглощения в области связей Si-O. Наиболее интенсивные полосы наблюдаются в диапазоне частот $850\text{--}1200\text{ см}^{-1}$, полосы средней интенсивности зафиксированы в области $650\text{--}800\text{ см}^{-1}$ и $1400\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ (органического вещества), причем для последних характерно изменение интенсивности и небольшое смещение. Полосы валентных колебаний молекул воды ($3180\text{--}3650\text{ см}^{-1}$), слабые в черном покрытии, в образцах после обжига не отмечаются, как и полосы углеродистого вещества.

Методом рамановской спектроскопии (рамановский дисперсионный спектрометр Nicolet Almega XP Thermo Scientific с лазером 532 нм) в различных образцах с чернолощеном покрытием (как исходных, так и подвергнутых обжигу) получены сходные спектры, на основании которых установлено аморфное состояние углеродистого вещества. В области первого порядка спектра наблюдаются две широкие линии: G (графитовая) на 1599 см^{-1} и D (алмазная) на 1355 см^{-1} , свидетельствующие о присутствии в молекулярной структуре углеродистого вещества двух фаз: графитоподобной (sp^2 тип гибридизации) и алмазоподобной (sp^3 тип гибридизации). Ширина линий на половине высоты составляет для пика G $83\text{--}86\text{ см}^{-1}$, для пика D – соответственно $153\text{--}187\text{ см}^{-1}$. Линии спектра второго порядка очень широкие и слабые.

На основе полученных данных можно считать, что изделия формовались из красно и беложгущихся глин в условиях восстановительного и относительно низкотемпературного режима обжига. При лощении могли использоваться глины, обогащенные органическим веществом.

Акунова Л.Ф., Приблуда С.З. Материаловедение и технология производства художественных керамических изделий. М. Высшая школа. 1979. 216 с.

Будников П.П. Химическая технология керамики и огнеупоров. М. Стройиздат. 1972. 552 с.

Рабинович М.Г. Культурный слой центральных районов Москвы. // Древности Московского Кремля. М. Наука. 1971. С. 9-116.