

Д. В. Абрамов, О. В. Данилов, К. С. Хорьков

ТУРЕЦКАЯ КЕРАМИКА XVI–XVII ВВ. ИЗ РАСКОПОК В МУРОМЕ: РАМАНОВСКИЙ АНАЛИЗ ГЛАЗУРИ И ПИГМЕНТОВ

Резюме. В статье представлены результаты рамановского анализа химического и структурного состава фрагментов импортного глазурованного кувшина из раскопок в Муроме. Исследованы кроющая глазурь и пигменты, использованные при его росписи. Полученные результаты позволяют объективно определить место и время изготовления находок (Изник, Турция, XVI в.). Выявлены характерные особенности такой керамики, которые могут позволить атрибутировать находки ее фрагментов на основе материалов, использованных в красках: уваровита в оливково-зеленом линейном орнаменте, силиката кобальта со структурой оливина в синем фоне, окрашенного карбонатом меди стекла (smalt) в бирюзовых элементах росписи, аморфного углерода и хромита железа со структурой шпинели в черных линиях. Белый ангоб содержит переходные структуры, образовавшиеся при обжиге керамики. Их наличие позволяет оценить температурный режим обработки изделий в средневековых мастерских Изника.

Ключевые слова: Владимирская область, Муром, турецкая керамика, Изник, рамановский анализ, глазурь, пигменты.

Муром – один из древнейших российских городов. В летописях он упоминается при описании событий 862 г. как главный город финно-угорского племени мурома (ПСРЛ, 1846. Т. 1. С. 9). Славянская колонизация и христианизация в XI в. привели к интенсивному развитию Мурома, но монгольское нашествие в XIII в. на длительное время затормозило развитие города. Возрождение Мурома происходит в XVI в.

Археологическое исследование Мурома имеет большое значение для изучения истории региона и России в целом. Важным фактором в этом процессе является керамический материал.

Находки импортной керамики при археологическом исследовании древнерусских памятников всегда привлекают пристальное внимание. Они позволяют уточнить статус изучаемого археологического объекта и дают дополнительную информацию о международных взаимоотношениях в тот или иной исторический период. Также импортная керамика может выступать в качестве хроноиндикатора для да-

тирования содержащих ее археологических объектов. В этом случае необходимо знать время и место ее изготовления.

Существует обобщенное разделение импорта на Русь на западный и восточный (Коваль, 2010. С. 7). Во вторую группу входит и продукция, ввозимая из стран Причерноморья и Византии, включая ее малоазиатские территории, которая иногда выделяется в отдельную категорию южного импорта. Восточная группа представляет преобладающую часть импортной керамики, которая выявляется при исследовании памятников средневековой Руси. Атрибуция и датировка находок восточной керамики на основании характерных визуальных признаков, отражающих технологию производства и особенности декора, является основным подходом и дает достаточно хорошие результаты. Однако для уточнения места и времени изготовления изделия существенной основой могут стать данные о химическом и/или минеральном составе формовочной массы, глазурей и красок. Особенно они могут помочь при малых размерах найденных фрагментов, не имеющих очевидных признаков, позволяющих отнести их к определенному типу керамики.

В настоящее время рамановская спектроскопия занимает прочные позиции среди методов анализа археологических артефактов. Она используется при изучении керамики, стекол, глазурей, пигментов и др. (Medeghini et al., 2014. P. 1244–1250; Colombari, 2013, P. 77–110; Raman et al., 2005. P. 192–206). Исследование керамического материала из археологических памятников России с использованием возможностей рамановской спектроскопии только начинается (Абрамов и др., 2015, С. 239–246; Chazhengina et al., 2019. P. 1894–1902). Соответственно, начинается и формирование базы данных рамановских характеристик археологического материала, собранного на российской территории, наличие и доступность которой даст отечественным ученым дополнительные возможности при анализе результатов их полевых исследований. Предлагаемая статья призвана внести вклад в этот процесс.

Раскопки 2017 г. на Богатыревой горе в Муроме дали интересный материал разных исторических периодов развития города: домонгольского (XI–XIII вв.), XIII–XIV вв. и XVI–XVII вв. (Данилов, Абрамов, 2019. С. 107–117). К последнему периоду относится более 40 % собранных фрагментов керамической посуды и значительная доля индивидуальных находок. Среди остатков строений этого времени выделяется крупная подпольная яма постройки в северо-западной части раскопа. Среди находок, встреченных в ее заполнении, присутствуют 8 фрагментов сосуда из белого полуфаянса с полихромной подглазурной росписью (Данилов, Абрамов, 2019. С. 113. Рис. 4).

Фрагменты принадлежали кувшину. На это указывают форма обломков, а также ленточный орнамент в виде повторяющихся волн и фестонов на переходе от плечика к горлу и стилизованных побегов или псевдомеандра в придонной части. Такой орнамент характерен именно для кувшинов, изготовленных в Изнике (см., например: François, 2017. P. 220. Fig. 1; 2. P. 224. Fig. 5; 4; Армарчук, 2015. С. 335. Рис. 1). Сосуд был изготовлен из мелкопористого белого кашина, облицованного белым ангобом. На сохранившихся фрагментах роспись выполнена синей и бирюзовой красками в черных контурах, а ленточный орнамент нарисован оливково-зеленой краской. Окончательно кувшин был покрыт слоем прозрачной бесцветной глазури, которая прочно соединена с основой и не имеет цековых трещин.

По совокупности признаков найденная керамика относится к типу 4 подгруппы А группы 9 серии 3 кашинной поливной посудной бытовой емкостной керамики Востока по классификации В. Ю. Ковалья (*Коваль, 2010. С. 77–79*). Наибольшее распространение она получила в Турции в XVI в. Изделия этого типа известны также как керамика стиля «Дамаск», так как благодаря этому городу она стала известна в Европе. Пурпурная краска отсутствует в росписи на найденных фрагментах, но они соответствуют лишь малой части кувшина. Тем не менее на них очевидно просматривается техника росписи «в резерве», а на части обломков сохранились элементы кружков Чинтанами, характерных для такой керамики (*François, 2017. P. 222. Fig. 3: 4; Беляева, Фиалко, 2017. С. 573. Рис. 12: 4*).

Фрагменты сосудов данного типа на территории Руси ранее встречены при исследовании культурного слоя Москвы и Коломны, а единичные находки полуфаянса из Изника других типов отмечены также в Дмитрове, Рязани, Ярославле и Владимире (*Коваль, 2010. С. 77–81; Коваль, 2017. С. 745–747*). В Муроме турецкая поливная керамика найдена впервые. Очевидно, что присутствие такой керамики характерно для культурного слоя городов, находившихся в свое время на территории, подконтрольной Османской империи, таких как Аккерман (сейчас г. Белгород-Днестровский Одесской области Украины (*Беляева, Фиалко, 2017. С. 561–580*), Керчь (*Болонкина, 1999. С. 219–224*) и Азов (*Гусач, 2017. С. 583–595*).

Исследование фрагментов турецкого полуфаянсового кувшина из раскопок в Муроме методом спектроскопии комбинационного рассеяния (рамановской спектроскопии) производилось при помощи комплекса «Зондовая НаноЛаборатория ИНТЕГРА Спектра LS» в лаборатории кафедры «Физика и прикладная математика» Владимирского государственного университета. Длина волны зондирующего лазерного излучения – 473 нм.

В спектре комбинационного рассеяния бесцветной прозрачной кроющей глазури присутствуют две ярко выраженные широкие полосы с максимумами на 460 см^{-1} и 1040 см^{-1} (рис. 1). Первый максимум соответствует основному пику кристаллического кварца. Стеклообразное состояние глазури определило его уширение (полоса деформационных колебаний Si-O-Si – A_d). Оно же привело к появлению второй полосы, соответствующей валентным колебаниям Si-O (полоса A_b). Дополнительное уширение и усложнение контуров спектральных полос также обусловлено присутствием в составе глазури ряда оксидов металлов.

В контуре полосы A_b присутствует перегиб на 980 см^{-1} . Этому значению соответствует сильный пик в рамановском спектре свинцово-силикатных стекол, который совместно с пиком 1040 см^{-1} образует дублет, характерный для композиций с большой концентрацией свинца (*Colomban et al., 2004. P. 534*). Турецкие глазури XVI–XVII вв. отличаются высоким содержанием оксида свинца (*Коваль, 2010. С. 29*). В нашем случае указанный пик расположен в пределах полосы A_b и регистрируется только по характерному искажению ее контура.

Отношение амплитуд полос деформационных и валентных колебаний $I_p=A_d/A_b$ (индекс полимеризации) может быть использовано для оценки температуры обжига и идентификации группы керамики (предложено Ph. Colomban (*Colomban,*

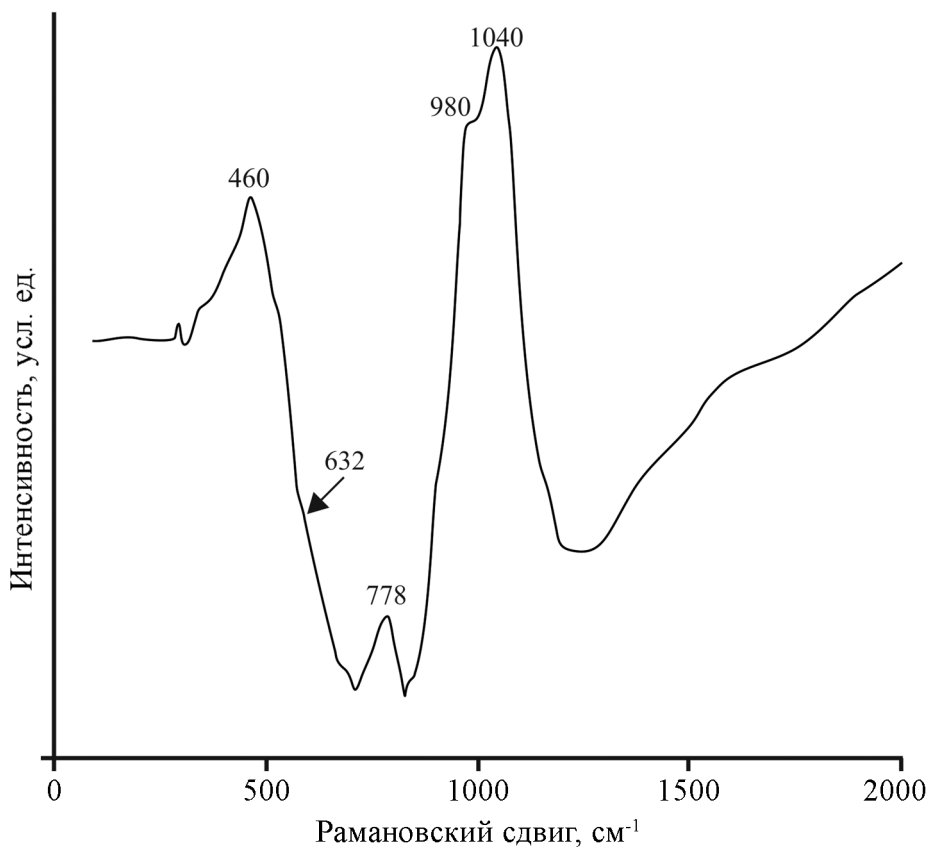


Рис. 1. Рамановский спектр прозрачной кроющей глазури

2003. Р. 180–187). Для исследованных образцов среднее значение этой величины составляет 0,75 и принадлежит диапазону $0,5 < I_p < 0,8$, соответствующему керамике из Изника (*Simsek et al.*, 2010. Р. 532).

В спектре прозрачной глазури присутствует пик около 778 см^{-1} , который соответствует оксиду олова SnO_2 (*Vieira Ferreira et al.*, 2013. Р. 440–441). Ему должен сопутствовать пик на 632 см^{-1} . На полученном спектре комбинационного рассеяния он отдельно не регистрируется, так как расположен в пределах полосы A_g и, по-видимому, является причиной дополнительного уширения ее основания. В средневековом производстве поливной керамики оксид олова использовался для глушения глазурей. Однако на исследованных фрагментах кроющая бесцветная глазурь имеет хорошую прозрачность. Подобная аномалия, заключающаяся в одновременном заметном содержании оксида олова в составе глазури и ее хорошей прозрачности, отмечается исследователями восточной поливной керамики именно для турецких полуфаянсов XVI–XVII вв. (*Коваль*, 2010. С. 29). По-видимому, SnO_2 в данном случае является не специальной технологической добавкой, а естественной примесью в свинцовом сырье.

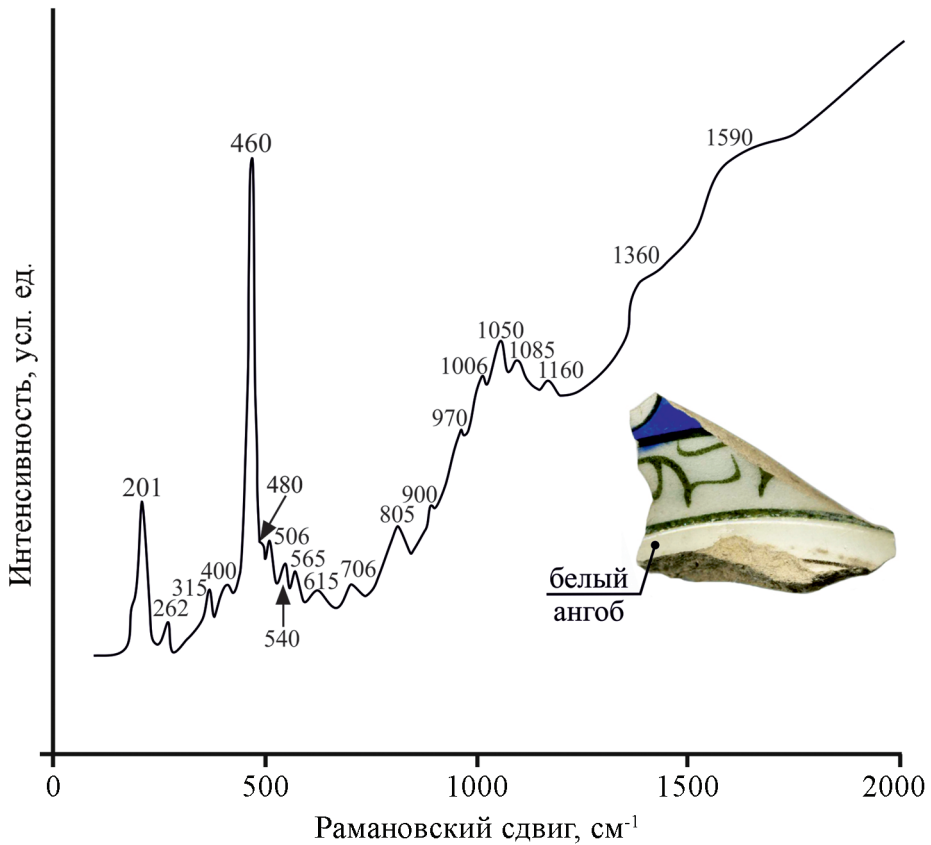


Рис. 2. Рамановский спектр белого ангоба

Слой белого ангоба, являющегося фоном для полихромной росписи, имеет достаточно сложный рамановский спектр (рис. 2). Это объясняется присутствием в его составе ряда исходных минеральных компонентов.

Большое содержание кварца в ангобе отражается в присутствии в его спектре ярко выраженных пиков около 201 см⁻¹, 460 см⁻¹, 805 см⁻¹ и 1160 см⁻¹.

На использование белой глины указывают дублет полевого шпата (альбита) с максимумами на 480 см⁻¹ и 506 см⁻¹ и пик рутила около 615 см⁻¹. Как правило, в таких случаях применялась каолиновая или иллитовая глина. В спектре ангоба исследуемых образцов пики каолинита не зарегистрированы, а присутствуют пики мусковита, в который полностью превращается иллит в процессе дегидроксилирования при нагреве свыше 850 °С. Они фиксируются около 262 см⁻¹, 400 см⁻¹ и 706 см⁻¹. При нагреве до 1000 °С мусковит трансформируется в шпинель. Ее спектр комбинационного рассеяния содержит многочисленные пики в интервале от 100 до 900 см⁻¹ (Liu et al., 2014. P. 20). Часть их накладывается на спектральные полосы других минеральных компонентов ангоба. Отдельно регистрируются дублет с максимумами на 315 см⁻¹ и 397 см⁻¹, сливающийся со вторым пиком мусковита, ду-

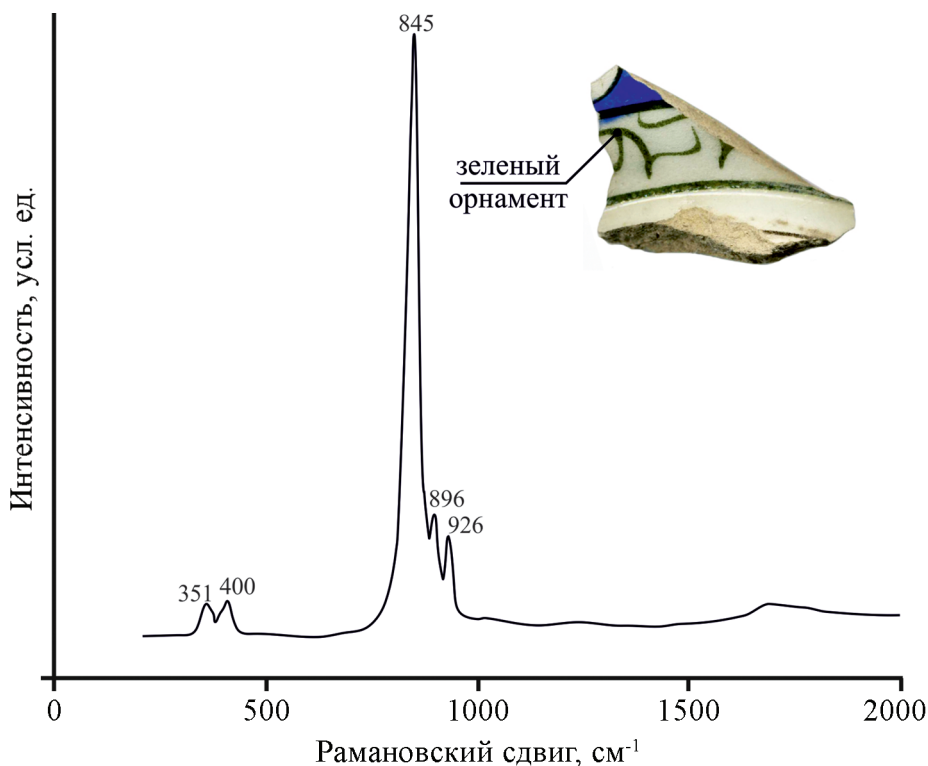


Рис. 3. Рамановский спектр зеленого ленточного орнамента

блет с максимумами на 540 см^{-1} и 565 см^{-1} и пик около 900 см^{-1} . При исследованиях состава ангобов керамики XVI в. из Изника присутствие шпинели отмечается достаточно часто (Karig *et al.*, 1998. P. 182, 183. Fig. 2, 3). Следует отметить слабую интенсивность пиков всех компонентов, относящихся к глине. Это указывает на то, что она не является основным компонентом в составе ангоба.

В интервале от 900 до 1100 см^{-1} присутствует достаточно интенсивная полоса, сформированная компонентами рамановского спектра, принадлежащими ряду минералов на основе кальция. Они проявляют себя локальными максимумами в пределах указанной полосы. Два из них принадлежат волластониту: около 1050 см^{-1} и 970 см^{-1} . Максимум около 1006 см^{-1} появляется в результате влияния спектрального пика гипса. На присутствие кальцита указывает максимум около 1085 см^{-1} . Трансформация кальцита в волластонит происходит в диапазоне температур $900\text{--}1100\text{ °C}$ (Trindade *et al.*, 2009. P. 349). В спектре ангоба присутствуют две слабые полосы с максимумами около 1360 см^{-1} и 1590 см^{-1} , принадлежащие аморфному углероду. Исследователи турецкой керамики предполагают, что в качестве дополнительного источника кальцита использовалась костная зола (Simsek *et al.*, 2010, P. 531). Вместе с ней в ангоб могло попасть и некоторое количество остаточного аморфного углерода.

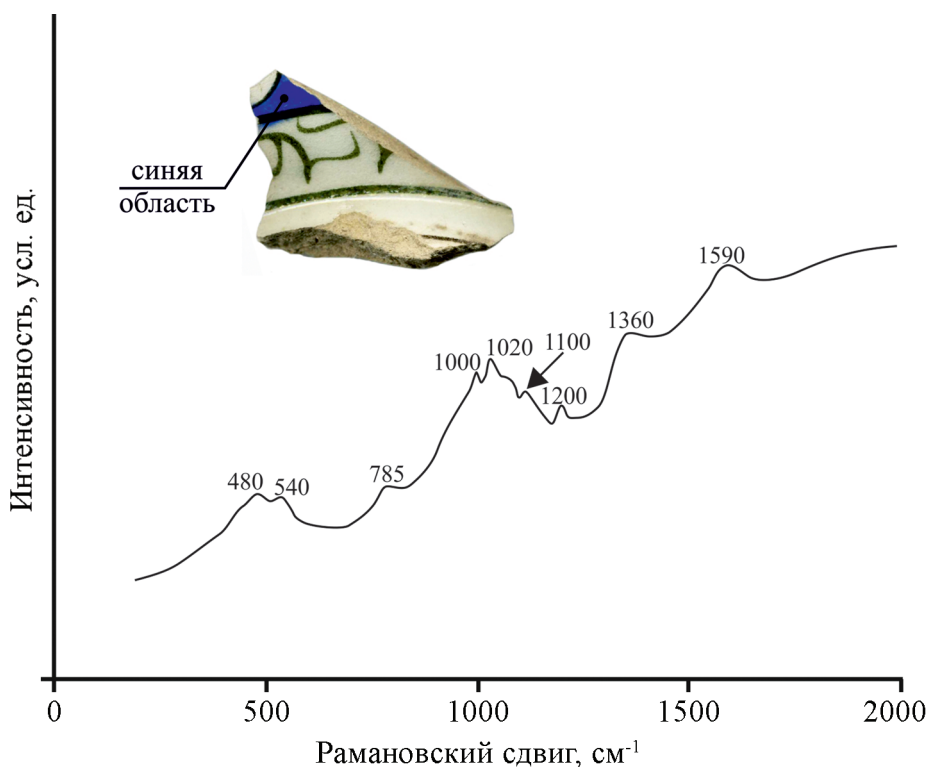


Рис. 4. Рамановский спектр синих областей росписи

Рамановский спектр областей ленточного орнамента оливково-зеленого цвета содержит ряд ярко выраженных пиков: 351 см⁻¹, 400 см⁻¹, 845 см⁻¹, 896 см⁻¹ и 926 см⁻¹ (рис. 3). Эти пики соответствуют спектру природного минерала зеленого цвета – уваровита (Ca₃Cr₂(SiO₄)₃). Использование уваровита в росписи поливной керамики из Изника ранее было выявлено при исследовании блюда и кувшина, датированных 1575–1580 и 1580–1590 гг. соответственно (Colomban et al., 2004. P. 532).

Уваровит является хромосодержащим минералом группы гранатов. Он единственный представитель этой группы, который не плавится и не претерпевает видимых изменений при нагреве до 1100 °С, то есть при температурах, характерных для обжига кашинной керамики (Коваль, 2010. С. 18). При большом увеличении было видно, что в исследованных нами областях он присутствует в виде очень маленьких кристалликов. Как следствие, рамановский спектр зеленых линий имеет характерный для кристаллов вид ряда узких пиков, а не широких полос, присущих спектрам других (более аморфных) областей.

В спектрах комбинационного рассеяния синих областей подглазурного орнамента выделяются две широкие полосы: 400–590 см⁻¹ и 900–1180 см⁻¹ (рис. 4). Первая полоса имеет достаточно широкую и гладкую вершину с двумя сравнимыми по интенсивности локальными максимумами около 480 см⁻¹ и 540 см⁻¹. Во второй

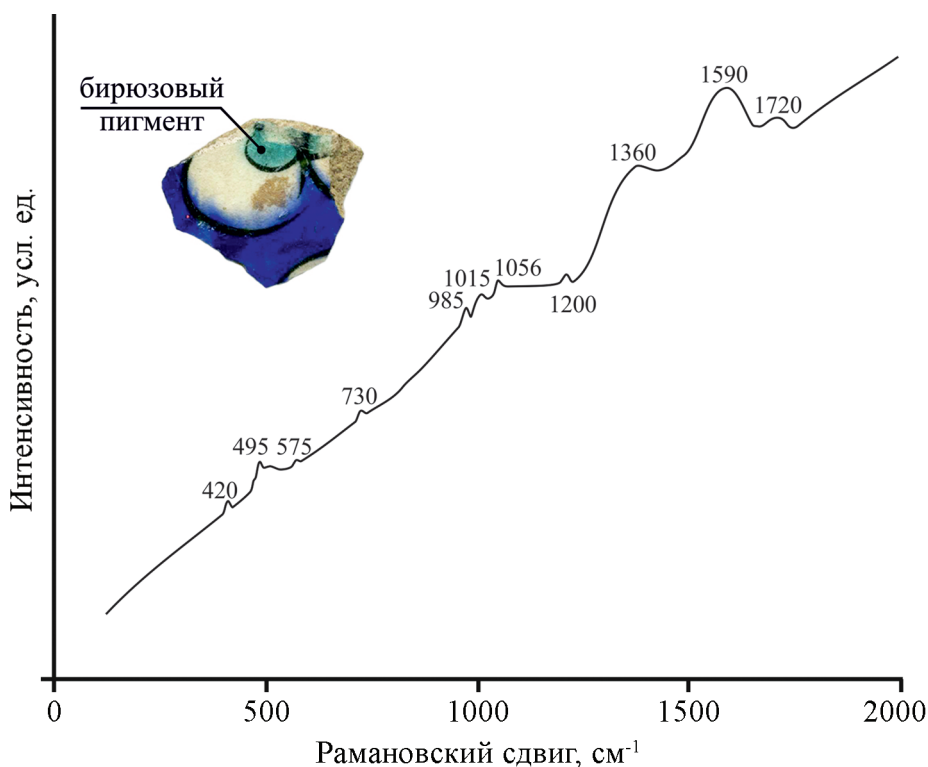


Рис. 5. Рамановский спектр бирюзовых областей росписи

полосе присутствуют локальные максимумы около 1000 см⁻¹ и 1020 см⁻¹. Между указанными полосами зарегистрирован пик около 785 см⁻¹. Подобный рамановский спектр был ранее зарегистрирован при исследовании синих областей блюда в стиле «Дамаск», датированного 1550–1555 гг. (*Colomban et al.*, 2004. P. 529–530. Fig. 2. Plate 1), и указывает на использование силиката кобальта (Co₂SiO₄, структура оливина). Другой традиционный синий пигмент – алюминат кобальта (CoAl₂O₄, структура шпинели) – имеет рамановский спектр, отличный от регистрируемого в наших исследованиях (*Jiang et al.*, 2018. P. 529–530. Fig. 2. Plate 1).

Пик около 1200 см⁻¹ характерен для боросиликатных стекол. Небольшое содержание оксида бора отмечено в некоторых византийских стеклах. Предполагается, что он мог быть внесен при использовании золы растений. Также может повлиять присутствие в сырье примеси колеманита. Этот минерал встречается в западной Турции (*Davison*, 2003. P. 4). Кроме того, в спектрах, полученных от синих участков, присутствуют полосы с максимумами около 1360 см⁻¹ и 1590 см⁻¹, принадлежащие примесному аморфному углероду.

Рамановский спектр бирюзовых элементов росписи содержит максимум около 495 см⁻¹ в полосе деформационных колебаний Si-O-Si и триплет около 985 см⁻¹, 1015 см⁻¹ и 1056 см⁻¹ в полосе валентных колебаний Si-O (рис. 5). Эти пики об-

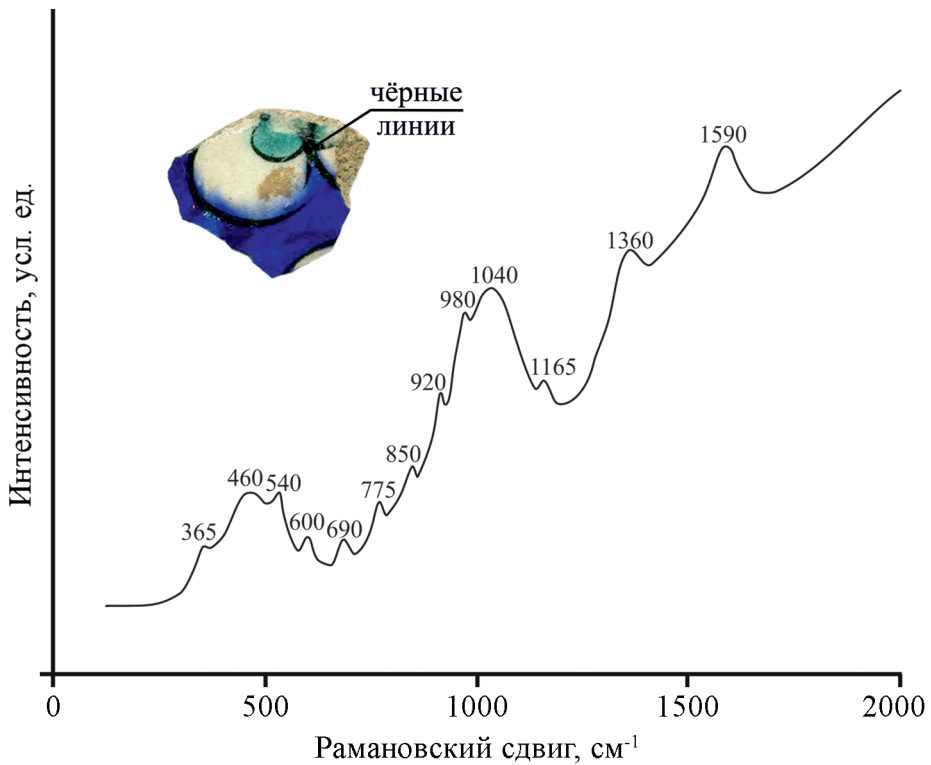


Рис. 6. Рамановский спектр черных линий

условлены присутствием ионов Cu^{2+} в матрице щелочных силикатов (Colomban, Screiber, 2005. P. 887. Fig. 3). Считается, что максимум около 1015 см^{-1} является следствием перекрытия контуров двух соседних пиков. Использование содержащих медь пигментов зеленой группы характерно для керамических изделий из Изника (Colomban et al., 2004. P. 529).

В рассматриваемом случае, вероятно, в качестве пигмента было использовано растертое в порошок стекло (smalt), предварительно окрашенное в бирюзовый цвет. При изготовлении предназначенного для применения в качестве пигмента стекла использовался карбонат меди. На это указывает значительная интенсивность полос с максимумами около 1360 см^{-1} и 1590 см^{-1} , что нельзя объяснить присутствием только примесного аморфного углерода. В полученном спектре также наблюдается заметная полоса $1680\text{--}1750 \text{ см}^{-1}$. Она соответствует диапазону значений рамановского сдвига, обусловленному колебаниями связей C-O (Raman Spectroscopy for Analysis and Monitoring).

Черные линии использовались на исследованных фрагментах турецкого кувшина для ограничения расплывающихся краев синих и бирюзовых элементов росписи. Таким образом, создавались контуры, придающие фигурам орнамента необходимую четкость. В рамановском спектре черных линий присутствуют характерные поло-

сы аморфного углерода (рис. 6). Однако вне их пределов регистрируется ряд менее интенсивных пиков, указывающих на использование дополнительных материалов.

Исследователи турецкой поливной керамики указывают в качестве ее характерной особенности включение в состав черного пигмента хромитовых руд. В основном этот материал состоит из хромита железа (FeCr_2O_4) со структурой шпинели (Simsek, Geckinli, 2012. Р. 925). Его присутствие приводит к появлению в рамановском спектре черных линий пиков около 540 см^{-1} , 850 см^{-1} и 690 см^{-1} . Хромитовые руды, как правило, имеют сложный минеральный состав. Они также могут содержать хромит магния (MgCr_2O_4) со структурой шпинели и прочие хромиты. Это приводит как к усилению указанных выше пиков комбинационного рассеяния, так и появлению новых около 365 см^{-1} , 600 см^{-1} , 775 см^{-1} и 920 см^{-1} .

Таким образом, исследования структурного состава глазури и пигментов на фрагментах поливной керамики из раскопок в Муроме методом рамановской спектроскопии объективно подтвердили ее экспертную атрибуцию как турецкий полуфаянс из Изника XVI–XVII вв. Выявлены следующие характерные особенности рамановских спектров такой керамики. В спектре кроющей бесцветной прозрачной глазури присутствует дублет 980 см^{-1} и 1040 см^{-1} в контуре полосы валентных колебаний Si-O, индекс полимеризации $I_p=0,75$ и есть пик олова (778 см^{-1}) при сохранении хорошей прозрачности глазури. Спектр белого ангоба содержит набор пиков его основных минеральных компонентов, дополняющих основу из кварца, полевого шпата и рутила: мусковита (262 см^{-1} , 400 см^{-1} , 706 см^{-1}) и шпинели (315 см^{-1} , 397 см^{-1} , 540 см^{-1} , 565 см^{-1} , 900 см^{-1}), в которые трансформируется иллит при нагреве; кальцита (1085 см^{-1}) и волластонита (1050 см^{-1} , 970 см^{-1}). Ленточный орнамент оливково-зеленого цвета выполнен с использованием уваровита, на что указывает набор ярко выраженных пиков на 351 см^{-1} , 400 см^{-1} , 845 см^{-1} , 896 см^{-1} и 926 см^{-1} . Использование в качестве синего пигмента силиката кобальта со структурой оливина подтверждается пиками около 480 см^{-1} , 540 см^{-1} , 785 см^{-1} , 1000 см^{-1} и 1020 см^{-1} . Рамановский спектр бирюзового пигмента содержит пики около 495 см^{-1} , 985 см^{-1} , 1015 см^{-1} и 1056 см^{-1} , обусловленные присутствием ионов меди в матрице щелочных силикатов, что позволяет предполагать применение растертого в порошок стекла (smalt), предварительно окрашенного с использованием карбоната меди (сильные полосы около 1360 см^{-1} и 1590 см^{-1} , а также в диапазоне $1680\text{--}1750\text{ см}^{-1}$). В спектре черных линий выявлены характерные полосы аморфного углерода (около 1360 см^{-1} и 1590 см^{-1}) и пики, указывающие на использование хромитовых руд, состоящих в основном из хромита железа со структурой шпинели (540 см^{-1} , 850 см^{-1} , 690 см^{-1}).

Исследования белого ангоба показали, что иллит в нем полностью трансформировался в мусковит и началось превращение кальцита в волластонит. Это возможно, если температура обжига готового изделия была выше $900\text{ }^\circ\text{C}$. С другой стороны, в ангобе одновременно зарегистрированы мусковит и шпинель. Следовательно, температура обжига не могла превышать $1000\text{ }^\circ\text{C}$.

Литература

Абрамов Д. В., Данилов О. В., Номан М. А. А., Прокошев В. Г., Хорьков К. С., 2015. Определение характерных особенностей изготовления средневековой краснолощен-

- ной керамики при помощи комплекса установок микроскопии высокого разрешения и спектроскопии комбинационного рассеяния // АВСЗ. Вып. 5. М.: ИА РАН. С. 239–246.
- Армарчук Е. А., 2015. Набор турецкого фаянса из Северо-Восточного Причерноморья // КСИА. Вып. 237. С. 271–279, 335–337.
- Беляева С. А., Фиалко Е. Е., 2017. Керамика Изника конца XV–XVI вв. из раскопок Нижнего двора Аккерманской крепости // Поливная керамика Средиземноморья и Причерноморья X–XVIII вв. Т. 2. Казань; Кишинёв: Stratum plus. С. 561–580.
- Болонкина Е. В., 1999. Турецкая керамика XVI–XVIII веков из Керчи // Археология и история Боспора. Т. 3. Керчь: Благотворительный фонд «Деметра». С. 219–226.
- Гусач И. Р., 2017. Малоазийская поливная керамика XV–XVIII вв. из раскопок в турецкой крепости Азак // Поливная керамика Средиземноморья и Причерноморья X–XVIII вв. Т. 2. Казань; Кишинёв: Stratum plus. С. 581–600.
- Данилов О. В., Абрамов Д. В., 2019. Археологические исследования на Богатыревой горе в Муроме в 2017 году // АВСЗ. Вып. 9. М.: ИА РАН. С. 107–117.
- Коваль В. Ю., 2010. Керамика Востока на Руси IX–XVII века. М.: Наука. 269 с.
- Коваль В. Ю., 2017. Импортная глазурованная керамика Московского Кремля (по раскопкам 2007 г.) // Поливная керамика Средиземноморья и Причерноморья X–XVIII вв. Т. 2. Казань; Кишинёв: Stratum plus. С. 739–763.
- ПСРЛ. Т. 1. СПб.: Археографическая комиссия, 1846. 285 с.
- Chazhengina S. Y., Summanen I. M., Svetov S. A., 2019. Raman spectroscopy for firing condition characterization: Case study of Karelian medieval pottery // Journal of Raman Spectroscopy. Vol. 51. P. 1894–1902.
- Colomban Ph., 2003. Polymerisation Degree and Raman Identification of Ancient Glasses used for Jewellery, Ceramics Enamels and Mosaics // Journal of Non-Crystalline Solids. Vol. 323. P. 180–187.
- Colomban Ph., 2013. The destructive/non-destructive identification of enameled pottery, glass artifacts and associated pigments – a brief overview // Arts. Vol. 2. P. 77–110.
- Colomban Ph., Milande V. Le Bihan L., 2004. On Site Raman Analysis of Iznik Pottery Glazes and Pigments // Journal of Raman Spectroscopy. Vol. 35. P. 527–535.
- Colomban Ph., Sreiber H. D., 2005. Raman signature modification induced by copper nanoparticles in silicate glass // Journal of Raman Spectroscopy. Vol. 36. P. 884–890.
- Davison S., 2003. Conservation and restoration of glass. Oxford: Butterworth-Heinemann. 393 p.
- François V., 2017. Circulation des potiers ou des modèles? Production damascène de vaisselle ottomane «à la manière» d'Iznik // Поливная керамика Средиземноморья и Причерноморья X–XVIII вв. Т. 2. Казань; Кишинёв: Stratum plus. С. 217–243.
- Jiang X., Ma Ya., Chen Yu., Li Yu., Ma Q., Zhang Z., Wang Ch., Yang Yi., 2018. Raman analysis of cobalt blue pigment in blue and white porcelain: A reassessment // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. Vol. 190. P. 61–67.
- Kapur S., Sakarya N., Fitzpatrick E. A., Pagliai M., Kelling G., Akca E., Karaman C., Sakarya B., 1998. Mineralogy and micromorphology of Iznik ceramics // Anatolian Studies. Vol. 48. P. 181–189.
- Liu Y., Cheng B., Wang K.-K., Ling G.-P., Cai J., Song Ch.-L., Han G.-R., 2014. Study of Raman spectra for γ -Al₂O₃ models by using first-principles method // Solid State Communications. Vol. 178. P. 16–22.
- Medeghini L., Lottici P. P., De Vito C., Mignardi S., Bersani D., 2014. Micro-Raman spectroscopy and ancient ceramics: applications and problems // Journal of Raman Spectroscopy. Vol. 45. P. 1244–1250.
- Raman Spectroscopy for Analysis and Monitoring [Электронный ресурс] // HORIBA Jobin Yvon Raman Application Note. URL: <http://www.horiba.com/fileadmin/uploads/Scientific/Documents/Raman/bands.pdf> (дата обращения: 02.01.2021).

- Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History / Eds.: H. G. M. Edwards, J. M. Chalmers. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2005. 520 p.
- Simsek G., Colombari Ph., Milande V.*, 2010. Tentative differentiation between Iznik tiles and copies with Raman spectroscopy using both laboratory and portable instruments // Journal of Raman Spectroscopy. Vol. 41. P. 529–536.
- Simsek G., Geckinli A. E.*, 2012. An assessment study of tiles from Topkapı Palace Museum with energy-dispersive X-ray and Raman spectrometers // Journal of Raman Spectroscopy. Vol. 43. P. 917–927.
- Trindade M. J., Dias M. I., Coroado J., Rocha F.*, 2009. Mineralogical transformations of calcareous rich clays with firing: A comparative study between calcite and dolomite rich clays from Algarve, Portugal // Applied Clay Science. Vol. 42. P. 345–355.
- Vieira Ferreira L. F., Casimiro T. M., Colombari Ph.*, 2013. Portuguese tin-glazed earthenware from the 17th century. Part 1: Pigments and glazes characterization // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. Vol. 104. P. 437–444.

Сведения об авторах

Абрамов Дмитрий Владимирович, ГБУК Владимирской области «Государственный центр по сохранению, использованию и реставрации объектов культуры и культурного наследия»; e-mail: awraam@mail.ru;

Данилов Олег Владимирович, ГБУК Владимирской области «Государственный центр по сохранению, использованию и реставрации объектов культуры и культурного наследия»; e-mail: olegpervui@yandex.ru;

Хорьков Кирилл Сергеевич, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; e-mail: ipmfi@vlsu.ru

D. V. Abramov, O. V. Danilov, K. S. Khorkov

TURKISH CERAMICS OF THE XVI–XVII CENTURIES FROM EXCAVATIONS IN MUROM: RAMAN ANALYSIS OF GLAZES AND PIGMENTS

Summary. The article presents the results of Raman analysis of the chemical and structural composition of fragments of an imported glazed jug from excavations in Murom. The covering glaze and pigments that were used in its painting have been investigated. The obtained results make it possible to objectively determine the place and time of making the finds (Iznik, Turkey, 16th century). The revealed characteristic features of such ceramics can help to attribute the finds of its fragments based on the materials used in the paints. There are uvarovite in olive green linear ornament, cobalt silicate with olivine structure in a blue background, smalt colored with copper carbonate in turquoise elements of painting, amorphous carbon and iron chromite with a spinel structure in black lines. White engobe contains transitional structures formed during ceramic firing. Their presence makes it possible to estimate the temperature conditions of a products processing in Iznik's medieval workshops.

Keywords: Vladimir region, Murom, Ottoman pottery, Iznik, Raman analysis, glaze, pigments.