

КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГУМАНИТАРНЫХ НАУКАХ

УДК 7.032

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПИГМЕНТОВ АНТИЧНОЙ СКУЛЬПТУРНОЙ ТЕРРАКОТЫ, НАЙДЕННОЙ В КЕРЧЕНСКОЙ БУХТЕ

© 2019 г. Э. А. Грешников¹, А. А. Анциферова^{1,2,*}, П. В. Дороватовский¹, П. К. Кашкаров^{1,2,3},
Н. Н. Преснякова¹, С. Н. Малахов¹, С. В. Ольховский⁴, Р. Д. Светогоров¹, Е. Б. Яцишина¹,
М. В. Ковальчук^{1,2}, Н. А. Макаров⁴

¹Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”, Москва, Россия

²Московский физико-технический институт (Национальный исследовательский университет),
Долгопрудный, Россия

³Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

⁴Институт археологии РАН, Москва, Россия

*E-mail: antsiferova_aa@nrcki.ru

Поступила в редакцию 28.06.2019 г.

После доработки 28.06.2019 г.

Принята к публикации 28.06.2019 г.

Представлены результаты исследования античной терракотовой скульптуры, найденной в Керченской бухте. Предпринята попытка с помощью комплекса аналитических методов: оптической и растровой электронной микроскопии, энергодисперсионного рентгеновского микроанализа, рентгеновской дифракции и ИК-спектроскопии, реконструировать первоначальную раскраску терракоты и установить состав палитры древних художников. В результате исследований терракоты установлен полихромный характер декора и определен состав пигментов. Железистые соединения марганца использовались как темно-коричневый пигмент для окраски волос, бороды и усов керамической скульптуры. Красная охра и гипс применялись при раскраске губ. Сандарак использовался в качестве адгезивного слоя для нанесения неорганических пигментов, а также выполнял защитную функцию. Сделано предположение, что портретная терракота выполняла роль элемента судового декора.

DOI: 10.1134/S0023476119060067

ВВЕДЕНИЕ

Весной 2017 г. в ходе подводных археологических раскопок на объекте археологического наследия “Бухта Ак-Бурун” в акватории Керченского залива на глубине 0.7 м ниже поверхности дна был найден крупный фрагмент портретной терракоты. Объект археологического наследия “Бухта Ак-Бурун” является обширным, более 75 тыс. кв. м., скоплением поврежденного культурного слоя, отложившегося в гавани древнегреческого города Пантикапей в VI в. до н.э.–VIII в. н.э. и перемещенного к мысу Ак-Бурун в результате дноуглубительных работ 1970-х гг. Перемещенный культурный слой преимущественно состоит из сотен тысяч крупных фрагментов и полных форм керамических сосудов, импортированных из целого ряда торговых центров Средиземноморья и Малой Азии [1].

Терракотовое скульптурное изображение мужской головы выполнено в пропорциях головы взрослого человека (рис. 1). Состав глиняного те-

ста и обилие частиц пироксенов визуально сближают терракоту с изделиями из Синопы.

Функциональное предназначение терракоты предстояло уточнить: она могла являться архитектурным элементом общественного здания, скульптурой или элементом судового декора. Предварительно можно предполагать, что она объединяет в себе черты двух или трех изобразительных школ. Верхняя часть лица выполнена в архаических традициях (резкие переходы, крупные глаза), нижняя — в восточных, возможно, персидских канонах (изображение носа, губ, бороды). Предположительно, керамическое изделие могло быть создано малоизвестной мастерской в Малой Азии, подражавшей известным центрам и передававшей портретное сходство с исторической личностью.

Для подтверждения этого необходимо было провести анализ материалов терракоты, установить их химический состав и способ нанесения, а также изучить морфологию поверхности микрошлифов. Эти данные дали возможность сделать



Рис. 1. Керамическая скульптура в трех ракурсах. В левой и правой части рисунка представлены увеличенные детали поверхности терракоты с отметками мест отбора проб (цифры 1–6).

обоснованное предположение о характере использования скульптуры и ее функции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Перед передачей находки в музей сотрудниками ИА РАН во время первичной очистки от донных отложений было отобраны несколько характерных микрообразцов с поверхности терракоты: две пробы с внутренней части изделия, включая отслоившийся при подъеме со дна моря микрокол керамики (рис. 1, область 1) (П1) и фрагмент выступающего над поверхностью темно-серого “налепа” (рис. 1, область 2) (П2), две пробы, представляющие собой темно-коричневое вещество из области усов (рис. 1, область 3) (П3) и ноздрей (рис. 1, область 4) (П4), один красно-коричневый микрофрагмент из раковины левой части верхней губы (рис. 1, область 5) (П5) и один образец материала из углубления линии волос, намечающих бороду (рис. 1, область 6) (П6).

Образцы отбирали очень малого размера (диаметром не более 1 мм), без причинения какого-

либо ущерба скульптуре, и впоследствии были переданы для проведения анализа в НИЦ “Курчатовский институт” (рис. 1).

При исследовании отобранных образцов был задействован комплекс аналитических методов, включая оптическую и растровую электронную микроскопию (РЭМ) с применением энергодисперсионного рентгеновского микроанализа (ЭРМ), ИК фурье-спектроскопию и рентгеновскую дифракцию на специализированном источнике синхротронного излучения (СИ) (КИСИ-Курчатов). Рентгеновские измерения выполняли на исходных образцах, для оптических и РЭМ экспериментов поверхность образцов подвергали шлифовке, тем самым удалялся внешний слой отобранных проб.

В рамках микроскопических исследований в работе использовали оптический стереомикроскоп “Olympus SZX7” Leica DFC420C с увеличением в диапазоне 8х–56х, рабочим расстоянием до 90 мм и прямой микроскоп Olympus BX51 с оптической системой UIS2 с увеличением в диапазоне 12.5х–2500х и рабочим расстоянием до 22 мм.

Таблица 1. Результаты ЭРМ образцов П2–П6 и донных отложений (в мас. %)

Химический элемент	Шифр образца / Содержание в массовых %					
	П2	П3	П4	П5	П6	Донные отложения
C	100	85.2	78			
O		13	18.2	33.4	53.4	31.8
Na			1.1		9.7	3.2
Mg			0.09	8.4		
Al		0.16	0.08	3.4	2.50	13.2
Si		0.20	0.10	24.7	2.6	39
S		0.37	0.72	0.21	7.5	
Cl		0.08	1.2		7.2	
K		0.10	0.07		0.66	9
Pb						
Ca		0.89	0.47	20.3	13.7	2.8
Ti				0.74		
Mn				0.24		
Fe		0.07		8.41	2.8	0.96

Прецизионные исследования морфологии поверхности микрошлифов, как и определение их элементного состава, проводили на двухлучевом растровом электронном микроскопе Versa 3D в режиме высокого вакуума (6×10^{-4} Па). Прибор оснащен энергодисперсионным рентгеновским спектрометром, позволяющим получать качественные и количественные данные химического состава не только от заданной области, но и в точке, и вместе с тем строить карты распределения химических элементов с пространственным разрешением нанометрового уровня и энергетическим разрешением 128 эВ. Сами микрошлифы были получены из толщи образца путем удаления поверхностного слоя.

Для ИК-спектроскопии использовали спектрометр Thermo Scientific Nicolet iS5. Запись спектров проводили с разрешением 4 см^{-1} , количество сканов – 32.

Исследование фазового состава образцов проводили с помощью метода порошковой рентгеновской дифракции (XRPD) на станции “РСА” на цельных образцах, до получения микрошлифов. Использовали монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = 0.79 \text{ \AA}$ и поперечным размером пучка $400 \times 400 \text{ мкм}^2$. Съемку дифракционных картин проводили в геометрии пропускания с помощью двумерного детектора Rayonix SX 165, располагавшегося перпендикулярно пучку СИ на расстоянии 80 мм. Использование большого двумерного детектора делало возможным исследование малых образцов ($\sim 10\text{--}100 \text{ мкм}$), позволяло методически устранять как асиммет-

рию линий, так и искажения их интенсивностей при меньших и очень больших углах. Образец помещали в держатель размером 300 мкм и в процессе измерения вращали вокруг горизонтальной оси, что позволяло провести усреднение дифрактограмм по ориентациям образца. Получаемые на детекторе двумерные дифрактограммы интегрировали, т.е. приводили к стандартному виду зависимости интенсивности от угла рассеяния в программе Dionis. Определение качественного и количественного фазового состава проводили с использованием порошковой базы данных PDF-4+ на основе метода корундовых чисел.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследований были получены оптические изображения отобранных образцов и изготовлены микрошлифы для проведения исследований методами РЭМ и ЭРМ (рис. 2).

По результатам ЭРМ-анализа стало очевидно, что проба П2 (рис. 1 область 2; табл. 1) состоит целиком из свинца (100 мас. %) и, возможно, представляет собой остатки крепления, расположенного внутри терракоты. Древние греки и римляне часто применяли свинец при закреплении статуй, архитектурных деталей и каменных блоков.

На микрофотографиях и РЭМ-изображениях видно, что образцы П3, П4 и П6 (рис. 2а, 2б, 2г) имеют одинаковую однородную структуру с гладкой поверхностью и округлыми порами, возможно, свидетельствующими о нагреве материала. Образец П5 (рис. 2в) морфологически отличался от предыдущих и состоял из двух слоев красного и

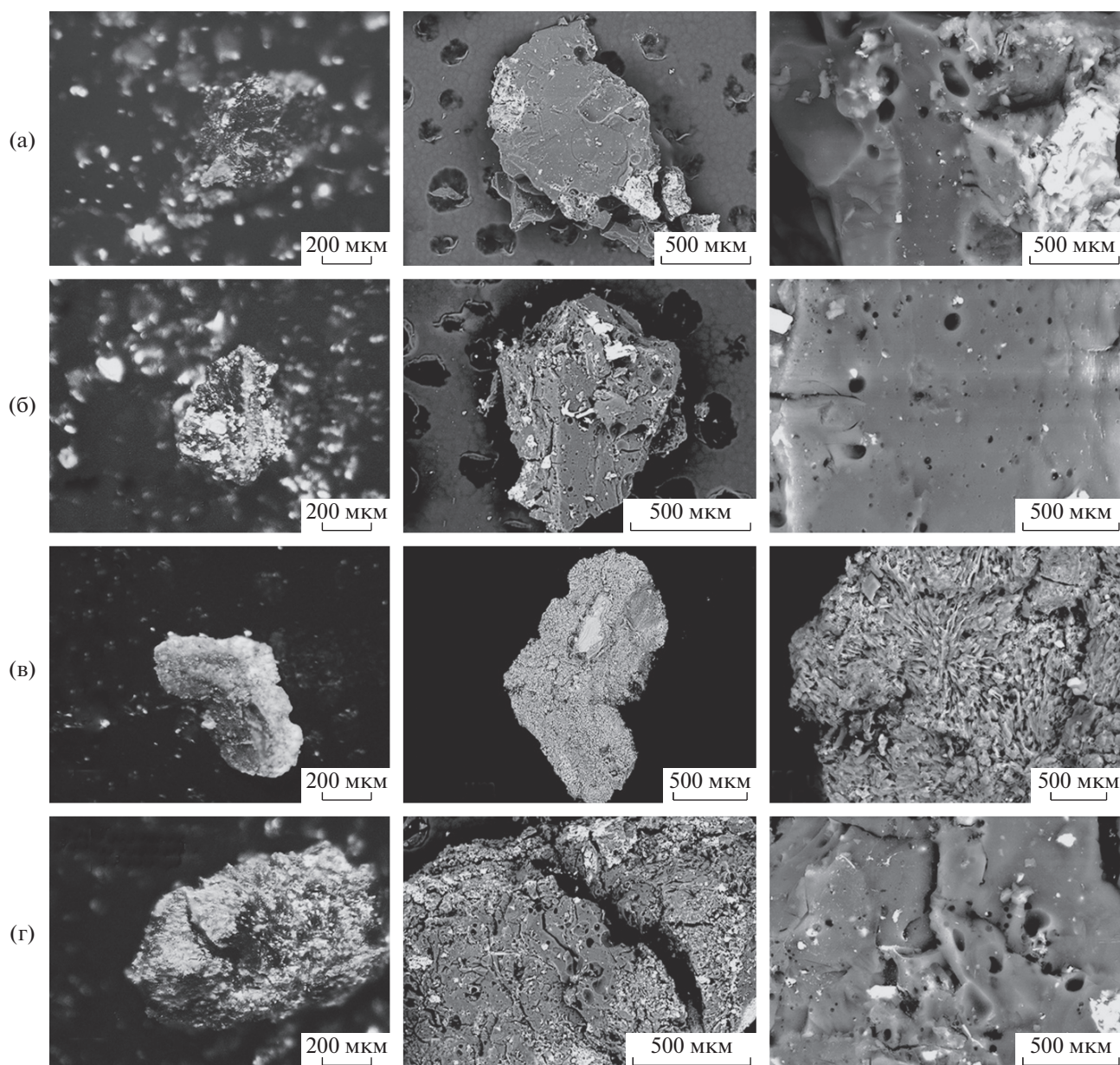


Рис. 2. Оптические изображения (слева) отобранных проб (а – П3, б – П4, в – П5, г – П6) и РЭМ-изображения их микрошлифов, полученные в режиме обратно-рассеянных электронов (справа).

белого цвета. Его поверхность на РЭМ-изображениях демонстрирует игольчатую структуру.

Данные элементного состава по результатам ЭРМ-анализа микрошлифов (табл. 1) позволили предположить органическое происхождение образцов П3 и П4, состоящих на 97 мас. % из углерода и кислорода. К ним по составу близок образец П6, где минеральная составляющая не превышала 45 мас. %. В образце П5 зафиксировано преобладание таких элементов, как кремний (24.7 мас. %), кальций (20.3 мас. %) и железо (8.4 мас. %).

Так как некоторые пробы явно содержали органический материал, образцы П3, П4, П6 были

исследованы методом ИК-спектроскопии. Из рис. 3 видно, что ИК-спектры образцов весьма схожи и позволяют выделить ряд характеристических полос поглощения, которые допускают определенную интерпретацию.

Широкая полоса с максимумом в области 3365 см^{-1} относится к валентным колебаниям ОН-групп. Полосы в области 2930 и 2868 см^{-1} связаны с валентными колебаниями С–Н-связей (антисимметричным и симметричным соответственно) в метиленовых группах, плечо при 2955 см^{-1} может быть отнесено к валентному колебанию С–Н-связей в метильных группах.

Полосы при 1458 и 1384 см^{-1} могут быть отнесены к деформационным колебаниям С–Н-связей [2, 3]. Другими характеристическими полосами могут быть колебания ароматических колец в области 1606 см^{-1} , а также при 823, 756 и 705 см^{-1} . Отметим, что в области $\sim 720 \text{ см}^{-1}$ нет полосы маятниковых колебаний метиленовых групп, что может свидетельствовать об отсутствии в образцах длинных линейных углеродных цепочек, характерных для линейных олефинов и жирных кислот. Также это свидетельствует о том, что в исследованных частях образцов отсутствуют остаточные количества различных растительных масел [2].

В области 1694 см^{-1} присутствует мощная полоса поглощения валентных колебаний С=О-групп, наличие плеча в области 1714 см^{-1} может свидетельствовать о присутствии в образцах карбонильных групп, относящихся к нескольким классам органических соединений. Широкая полоса с несколькими максимумами в области 1250–1000 см^{-1} может быть отнесена к колебаниям связей С–О и О–С=О.

Приведенное сравнение с литературными данными свидетельствует, что спектры образцов ПЗ–П6 в значительной мере соответствуют спектрам материалов, состоящих главным образом из терпеноидов (к таким материалам и относятся различные древесные смолы). В то же время из данных ИК-спектроскопии можно выделить ди- и тритерпеновые соединения: максимум полосы поглощения валентных колебаний С=О-группы для дитерпеновых смол находится ниже 1700 см^{-1} , для тритерпеновых — выше [3]. Таким образом, образцы ПЗ–П6 в первую очередь содержат смолы, относящиеся к дитерпеновым.

В соответствии с исследованиями [4], исходя из набора и положения характеристических полос в спектре образцы могут быть отнесены к классу древесных смол и с наибольшей вероятностью к типу сандарак, главными компонентами которого являются дитерпеноидные кислоты (пимарадиеновая и сандаракопимаровая кислоты). Растения, выделяющие дитерпеноидные смолы, относятся к отряду хвойных. В восточном Средиземноморье основными смолоносами являются: ливанский кедр (*Cedrus Libani*), киликийская ель (*Abies cilicica*) и восточная ель (*Picea orientalis*) из Малой Азии, лиственница, сосна (*Pinus Pinea*) из Сирии и Малой Азии. Сандарак извлекается из хвойных деревьев семейства Cupressaceae, которые встречаются в некоторых горных районах Северо-Западной Африки, а также в Испании (*Armeria*) и на Мальте, и наиболее часто используется в качестве лака для краски [5].

При ближайшем осмотре скульптуры в здании Керченского музея во время фотограмметрической съемки были выявлены аналогичные образ-

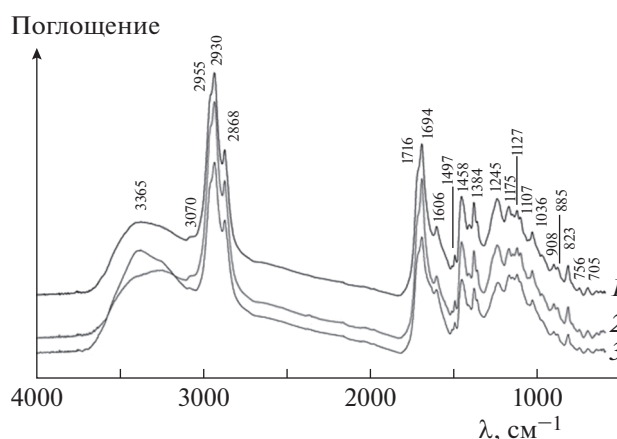


Рис. 3. ИК-спектры образцов ПЗ (1), П4 (2) и П6 (3).

цам ПЗ, П4 и П6 по внешнему виду, окраске и плотности фрагменты темно-коричневого материала, локализованные в складках и канавках, имитирующих волосы. Часть аналогичного вещества располагалась в межгубной щели, визуально усиливая линию рта. Также на значительных участках ровной поверхности посреди линий волос сохранились слабые пигментные пятна, вероятно, оставленные отслоившейся смолой. При проведении графической реконструкции окраски скульптуры методом усиления цветового контраста они проявились в виде сплошного покрытия (рис. 4). Необходимо учитывать, что смолы хвойных деревьев гидрофобны и не растворяются в воде, что позволило сохраниться некоторым остаткам покрытия в углублениях даже в условиях постоянного многовекового разрушительного действия волн и песка на дне моря. Проведенный анализ образцов и результаты музейных наблюдений позволили предположить, что зона “волосного покрова” терракоты была намеренно осмолена. На поверхности лица, на щеках, на лбу и в ушных раковинах темный материал и пигментные пятна отсутствовали. Вероятно, эти участки не были залиты смолой.

Не обсуждая многочисленные примеры изготовления древних красителей из растворимых в воде натуральных камедей или гумми [6], необходимо подробнее остановиться на известных фактах использования так называемых гидрофобных природных “истинных смол”, к числу которых относятся фрагменты, извлеченные из углублений волос и бороды керамической скульптуры.

Анализ литературных данных свидетельствует о многовековом использовании дитерпентеновых смол в виде лаков и покрытий, адгезивного слоя, связующего материала красителей, клеев, благовоний и лекарств [7].

Древним грекам и римлянам был знаком способ создания лака на основе смолы и раститель-



Рис. 4. Возможный вариант восстановления красителей терракоты.

ных масел. Более поздняя традиция ритуального применения сосновых смол отмечена в античной Италии, Франции и Британии, находившихся под властью Рима. Смоляные смеси были идентифицированы в составе красителей, нанесенных на кожу и погребальную одежду [8]. Авторы монографии, опираясь на многочисленные данные, полученные с помощью современных аналитических исследований на материалах итальянских захоронений I–III вв. н.э., приходят к выводу о сакральном характере использования смолы сосны и кедра в погребальных ритуалах эпохи империи и не исключают более раннего происхождения традиции. Смолы в качестве благовоний или косметических средств (в смеси с растительными маслами) употребляли в Средиземноморье и в эллинистический период. Недавние раскопки этрусского некрополя в сельской местности Кьюзи выявили нетронутую гробницу 150/125–100 гг. до н.э., в которой был найден алабастр, содержащий смесь растительного масла со смолами. С помощью методов ИК-спектроскопии, газовой хроматографии и масс-спектрометрии были идентифицированы сосновая смола и мастичная смола из деревьев *Anacardiaceae* [7].

По результатам данных серии археологических находок, исследованных с помощью современных видов анализа, установлено, что разновидности смол являлись предметом Средиземноморской торговли, начиная с эпохи Бронзового века [9, 10]. Античные авторы сообщают о первоначальном применении смолы в качестве защитного покрытия изделий из бронзы. Греческий писатель Павсаний [I, 15, 4] [11] сообщает, что в Стоа Пойкиле на Афинской Агоре хранятся покрытые смолой медные щиты лакедемонян, взятых в плен афинянами в битве у о. Сфрактерии в 425 г. до н.э. Вероятно, традиция распространи-

лась и на монументальную скульптуру из бронзы и камня. О статуях *in liquida pice* (обмазанных жидкой смолой) пишет древнеримский автор I в. н.э. Плиний в “*Historia naturalis*” [12], упоминая об этом как об изначальной древнеримской традиции, нашедшей более широкое применение в его время [Плиний XXXIV 99]. С той же целью, в виде защитного покрытия, в качестве декора или в качестве подстилающего слоя для наклеивания золотой фольги, использовался на античных скульптурах битумин [Плиний XXXV 182]. Древние авторы сохранили информацию об использовании ароматических смол в качестве благовоний, что также подчеркивает сакральный характер использования определенных видов смол для совершения обрядов.

Возвращаясь к предмету исследования, отметим, что заполнение сандарак межгубной щели (рис. 1) не было достаточным для обретения необходимого контраста. Сандарак имеет светло-желтый оттенок и темнеет с течением очень длительного времени. Поэтому для подчеркивания линии губ, а также окраске “волосяного покрова” необходим был темный краситель. Так как других органических соединений, кроме смолы, в образцах не было выявлено, очевидно, что красящий пигмент мог быть изготовлен из минерала.

Полученные данные по фазовому составу образцов до шлифовки (табл. 2) свидетельствуют о присутствии исключительно в смоляных образцах фаз железо-марганцевых соединений, предположительно, якобсита и браунита [13], которые и были использованы в качестве темного пигмента. Отметим, что на шлифах образцов смолы ПЗ, П4 и П6 по данным элементного анализа марганец не выявлен, а железо присутствует в очень небольших количествах (табл. 1). Этот результат связан, по-видимому, с тем, что основная часть минеральных соединений была локализована во внешнем, удаленном при шлифовке слое. Поэтому сделан вывод, что смола в данном случае играла роль подстилающего слоя или адгезива, а краситель составлял лишь верхний слой, приобретая устойчивость при взаимодействии со смоляным покрытием. Это подтверждается практически полным отсутствием красителя на поверхности микрошлифа, взятого из толщи образца, и интегральными данными рентгенофазового анализа, свидетельствующими о наличии якобсита и браунита в смоляных образцах до получения микрошлифов.

Дополнительную информацию о покрытии терракоты дает анализ образца П5, извлеченного из образовавшейся при обжиге терракоты керамической раковины, расположенной в углке губ изделия. Он характеризуется высоким содержанием гипса (табл. 2), который можно идентифицировать как белый слой, хорошо заметный на

Таблица 2. Фазовый состав образцов ПЗ–П6 и донных отложений по данным синхротронной рентгеновской дифракции

Фаза	Шифры образцов/ содержание в %					
	ПЗ	П4	П5	П6	Донные Отложения 7	Донные Отложения 8
Кварц (SiO_2)	50	20	19	25	17	20
Кальцит (CaCO_3)	36	37		34	1	4
Галит (NaCl)	3	37	6	6		
Альбит ($\text{Na[AlSi}_3\text{O}_8]$)	6		10	30	7	54
Доломит $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$						6
Магнетит ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)						9
Анализ (TiO_2)	2	2		2		
Гематит (Fe_2O_3)						3
MgO_3						3
Якобсит $[(\text{Mn} + 2), (\text{Fe} + 2), \text{Mg}][(\text{Fe} + 3), (\text{Mn} + 3)]_2\text{O}_4$	3	2		2		
Браунит $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnSiO}_3$		2		1		
Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)			27			
Акерманит $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{Si}_2\text{O}_7)$			27			
Алунит $\text{KAl}_3(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$			11			
Натрит $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$					1	
Арагонит, полиморф (CaCO_3)					74	

оптической микрофотографии (рис. 2с). По литературным данным, древнегреческие мастера применяли гипс при наложении красочного слоя или для устранения дефектов поверхности, таких как раковина на терракоте. О его использовании древнегреческими художниками пишет автор IV в. до н.э. Феофраст в трактате “О камнях” [Феофраст, 64–67] [14]. По результатам фазового анализа (табл. 2) и оптической микроскопии гипс присутствует в образце в качестве подстилающего нижнего белого слоя (рис. 2в). Верхний слой образца П5 имеет красноватый оттенок и по данным элементного анализа содержит 8.5% железа. Такие концентрации железа в смеси с глинистыми соединениями, чьи сохранившиеся отдельные твердые минеральные фракции присутствуют в образце (табл. 2), могут быть идентифицированы как красная охра, вполне подходящая для окраски губ.

Остальные фазы можно отнести к загрязнителям, составляющим донные отложения: глинистые минералы, песок, морские соли и фрагменты ракушек (арагонит), или к компонентам красителя (глинистые фракции). В донных отложениях присутствуют фазы гематита и магнетита, но частички таких минералов могли попасть в донную массу из обломков других керамических сосудов, среди которых была найдена терракота.

В результате красящими пигментами, нанесенными на смолу (образцы ПЗ, П4 и П6), очевидно, являются придающие темно-коричневый цвет соединения марганца и железа. Достаточно сложно установить возможную окраску лица, так как на гладкой поверхности краситель легко мог быть уничтожен воздействием волн и песка на дне моря.

Черный пигмент на основе соединений марганца использовался древними художниками еще при создании рисунков палеолитических пещер, а в античное время применялся при раскраске скульптур, сосудов или стен гробниц. Во время раскопок 1995–1996 гг. на северном кладбище древнего Димитрия (Волос, Греция) археологи открыли большое количество глиняных фигурок эллинистического периода (III–II вв. до н.э.) Деметры. При анализе полихромной росписи терракот было установлено, что в качестве черного пигмента использовались соединения марганца [15]. О присутствии соединений марганца в красителях сообщается в сводке, основанной на анализе греческих изделий с полихромным декором IV–I вв. до н.э. [16]. Минеральный черный марганец (оксид пиролизит) был обнаружен греческим археологом Какулли в 1997 г. в красителе настенных росписей римского времени из Неа Пафос на Кипре [17].

Оксиды марганца — довольно распространенные черные минералы (пиролузит — MnO_2 и др.), но марганец часто встречается в более сложных соединениях, и очень часто в марганцевых рудах присутствует железо. Присутствие железа в руде может влиять на изменение цвета пигмента, придавая красноватый оттенок, в том случае если минерал используют для раскраски (рис. 4). Отметим, что идентифицированный в составах образцов браунит (табл. 2) в настоящее время используется для добычи и производства марганца. Месторождения минералов якобсита и браунита встречаются в Израиле, Италии и Турции. Марганец содержат некоторые почвы в Сиене и Умбрии (Италия) [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного комплексного исследования установлено, что античная керамическая скульптура в виде изображения бородатой мужской головы из Керченского музея имела осмоленные сандаракон волос, бороду и усы, покрытые сверху минеральным железисто-марганцевым красителем темно-коричневого цвета, губы были окрашены красным охристым пигментом, нанесенным на заглаженную поверхность. Межгубная щель покрыта материалом того же цвета, что и волосы. Краситель лица и глаз остался неизвестен из-за утрат во время пребывания терракоты на морском дне. На внутренней части скульптура имела свинцовые крепления. Версия использования терракоты в качестве корабельного украшения может быть обоснована использованием способа смоления изделия, так как такая практика, в целом, встречается довольно редко. Плиний упоминает о традиции осмаливания туфовых стен жителями Древнего Карфагена [Плиний XXXVI, 166] с целью предохранения их от ветра, дождей и испарений моря. В условиях постоянного воздействия морской соли и влаги смола лучше всех покрытий защищает судно и все, что входит в его оснастку, начиная от просмоленных морских канатов и заканчивая деревянной обшивкой. Поэтому не исключено, что такой необычный способ декора — всего лишь дань многовековым, проверенным морским традициям. Применение нагретой смолы могло многократно улучшить адгезию минерального пигмента, повысив его стойкость. Кроме того, не стоит исключать возможный сакральный смысл, заложенный в осмолении изделия, который, скорее всего, согласно верованиям древних был связан с защитными свойствами и, по всей видимости, эти функции в те времена не дифференцировались.

Авторы выражают благодарность руководству Восточно-Крымского историко-культурного музея-заповедника за предоставленную возмож-

ность работы с музейным объектом и начальнику Отдела научной реставрации, консервации и реконструкции музейных предметов ФГБУК «Историко-археологический музей-заповедник Фанагория» О.Л. Гунчиной.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-0001094 КОМФИ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ольховский С.В., Степанов А.В.* Таврические студии. Симферополь: Крымский университет культуры, искусств и туризма, 2016. № 10. 200 с.
2. *Font J., Salvadó N., Butí S., Enrich J.* // *Anal. Chim. Acta.* 2007. V. 598. № 1. P. 119.
3. *Bruni S., Guglielmi V.* // *Spectrochim. Acta. A.* 2014. V. 121. P. 613.
4. *Derrick M.R., Stulik D., Landry J.M.* Infrared spectroscopy in conservation science. Los Angeles: Getty Publications, 1999. 236 p.
5. *Organic mass spectrometry in art and archaeology* / Eds. Colombini M.P., Modugno F. Chichester: John Wiley & Sons. Ltd., 2009. 508 p.
6. *Bonaduce I., Brecoulaki H., Colombini M.P. et al.* // *J. Chromatogr. A.* 2007. V. 1175. № 2. P. 275.
7. *Colombini M.P., Giachi G., Iozzo M., Ribechini E.* // *J. Archaeological Sci.* 2009. V. 36. № 7. P. 1488.
8. *The bioarchaeology of ritual and religion* / Eds. Livarda A. et al. Oxford: Oxbow, 2017. 288 с.
9. *Stern B., Heron C., Corr L. et al.* // *Archaeometry.* 2003. V. 45. № 3. P. 457.
10. *Haldane C.* // *World Archaeology.* 1993. V. 24. № 3. P. 348.
11. *Pausanias. Pausanias Description of Greece: With an English Translation by WHS Jones* Harvard University Press. 1934.
12. *Whalley J.I.* Pliny the Elder, *Historia Naturalis*. London: Sidgwick & Jackson, 1982. 48 p.
13. *Coentro S., da Silva R.C., Relvas C. et al.* // *Microsc. Microanal.* 2018. V. 24. № 3. P. 300.
14. *Caley E.R., Richards J.F.* Theophrastus on stones: introduction, Greek text, English translation, and commentary. The Ohio State University Press. 1956. 238 p.
15. *Tsatsouli K., Nikolaou E.* STAR: Science & Technology of Archaeological Res. 2017. V. 3. № 2. P. 341.
16. *Kakoulli I.* *Stud. Conservation.* 2002. V. 47. Supl. 1. P. 56.
17. *Kakoulli I.* // *Proceedings of the international workshop "Roman Wall Painting: Materials, Techniques, Analysis and Conservation."* Fribourg. 7–9 March. 1996. P. 131.
18. *Froment F., Tournié A., Colomban P.* // *J. Raman Spectroscopy.* 2008. V. 39. № 5. P. 560.