

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ
ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

УДК 902/904+543.544.054.92+543.51

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАКОВЫХ ОБЪЕКТОВ И ИХ ФРАГМЕНТОВ
ИЗ МОГИЛЬНИКОВ ОРГОЙТОН И ИЛЬМОВАЯ ПАДЬ

© 2021 г. К. Б. Калинина^{1,*}, Н. Н. Николаев¹, М. В. Мичри¹

¹ Государственный Эрмитаж, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: kkalinina@mail.ru

Поступила в редакцию 03.06.2021 г.

После доработки 03.06.2021 г.

Принята к публикации 18.06.2021 г.

Представлены результаты изучения состава материалов, использованных для изготовления различных лаковых объектов, обнаруженных во время археологических раскопок на территории Забайкалья в могильниках Оргойтон и Ильмовая падь (I в. до н.э. – I в.н.э.). Для изучения стратиграфии лаковых слоев, последовательности нанесения их на деревянную основу, а также состава неорганических наполнителей каждого из них использованы методы поляризационной микроскопии и электронной сканирующей микроскопии в сочетании с энергодисперсионным анализом. Результаты исследования показали многослойность структуры подготовительных слоев лакового покрытия. Среди их наполнителей были обнаружены такие компоненты, как разнообразные алюмосиликаты, тонко размолотая кость, возможно, жженая, кальцийсодержащие минералы (мел или известь). Показано, что в качестве красного пигмента верхнего красочного слоя обоих декорированных красным покрытием артефактов была использована киноварь.

DOI: 10.1134/S199272232105006X

ВВЕДЕНИЕ

Технико-технологические исследования археологических объектов в последние несколько десятилетий приобретают все большее значение. Интенсивное развитие инструментальной высокоточной техники позволяет получать более полную и точную информацию об анализируемых объектах.

Изделия из восточного лака с давних времен имели особую ценность в странах Юго-Восточной Азии. Восточный лак служит для сохранения и декорирования поверхностей различных материалов. Основным компонентом лака получают из сока лаковых деревьев, произрастающих в Восточной Азии. Это смола (сок), которая затвердевает в определенных температурно-влажностных условиях при контакте с воздухом и после полимеризации, в обычных растворителях нерастворима. Обработанная поверхность нанесенного лака очень прочная и имеет сильный блеск. Пленка восточного лака имеет очень высокую твердость и практически нерастворима, в связи с чем исследование такого материала затруднено. Лак, получаемый из сока дерева *Toxicodendron vernicifluum*, произрастающего в Китае, Японии и Корее, носит название уруси. Поэтому в этих странах Восточной Азии опытные лакировщики на протяжении тысячелетий использовали преимуще-

ственно этот лак [1]. Восточные лаки применялись в качестве покрывного материала для нанесения на поверхность изделий из дерева, керамики, кожи и металла [2]. Использование лака уруси в Китае можно проследить от периода неолита до наших дней. Самый ранний из известных китайских археологических лаковых объектов датируется примерно 6000 г. до н.э. [3]. Результаты исследований археологических лаковых покрытий на разнообразных объектах различного назначения с помощью современных методов представлены в [4–6]. Лаковые изделия Юго-Восточной Азии самого разного периода широко представлены во многих музеях мира [7, 8].

Соки деревьев из семейства Анакардиевых представляют собой сложные эмульсии типа вода-в-масле, состоящие из замещенных катехинов, замещенных фенолов, углеводов, гликопротеинов и фермента лакказы [9]. В данной публикации указано, что смолы Анакардиевых деревьев содержат воду (~20–30%), фенольные производные – катехолы (~60–65%), камеди – полисахариды (~6.5–10%), не растворимые в воде гликопротеины (~3–5%), жирные кислоты и ферменты – ≤1%.

Объектами изучения стали лаковые детали колес китайской колесницы и фрагментов лакового покрытия практически полностью разрушенных неидентифицируемых объектов, найденных



Рис. 1. Могильники в Забайкалье Оргойтон и Ильмовая падь.

в кургане хуннского могоильника Оргойтон, а также фрагменты лакового столового предмета, обнаруженного в могоильнике Ильмовая падь. Оба могоильника находятся на территории Забайкалья, соотнесены с азиатскими гуннами (хунну или сюнну) и датируются I в. до н.э.—I в.н.э.

Археологически засвидетельствовано, что в скифское время в обиходе родовой знати племен Саяно-Алтая появились лаковые изделия. Не зависимо от того, были это изысканные лаковые чашечки и высокохудожественные шкатулки из элитных погребений хунну или покрытые лаком утилитарные предметы из средневековых могил, лаковые изделия всегда имели статусный характер. Одним из таких статусных атрибутов стали колесницы, которыми при китайском дворе одаривали представителей хуннской аристократии. Все известные находки колесниц в хуннских памятниках сделаны в “княжеских” курганах. Колесница, остатки которой были найдены в могоильнике Оргойтон, скорее всего представляла небольшой одноосный экипаж [10], позволяющий предположить, что его владелец не принадлежал к элите хуннской аристократии.

Могоильник Оргойтон расположен на левом берегу реки Селенги на территории Джидинского района Республики Бурятия примерно в 5 км к югу—юго-западу от поселка Зарубино (рис. 1). Памятник был открыт в конце XIX в. Ю.Д. Талько-Гринцевичем, начавшим в нем раскопки. Могоильник в урочище Ильмовая падь, расположенный в 23 км к северу от г. Кяхта (Бурятия, Россия), самый крупный могоильник хунну на

территории России. Поздние погребения в Оргойтоне и Ильмовой пади были идентифицированы как хуннские [11]. Позднее в Ильмовой пади проводил исследования Г.П. Сосновский, который провел раскопки захоронений людей, занимавшие более скромное место в иерархии хуннского общества. Среди находок оказались не только керамика, предметы быта и оружие, но и импортные китайские изделия.

На сохранность предметов, обнаруженных в ходе археологических раскопок, отрицательно влияют не только условия, в которых они находились длительное время, но и резкая смена температурно-влажностных параметров. Часто лаковые предметы встречаются в насыщенном влагой состоянии, и неконтролируемое высыхание может вызывать катастрофическую усадку их деревянной основы, приводящую к отслоению покрытия от подложки [9]. Лак без основы становится более хрупким, на нем появляются трещины, провоцирующие разрушение и утрату лакового покрытия.

Детали колесницы из могоильника Оргойтон находились в аварийном состоянии. Фиксировались разрушения и утраты деревянной основы и лакового покрытия, а также трещины, расслоение и отставание лака от основы, частично с короблением фрагментов, материал покрытия был хрупок и осыпался. Требовалось провести консервацию деградировавшего материала основы, грунта и покрытия.

Цель настоящего исследования — охарактеризовать неорганические материалы, использованные в слоях лакового покрытия на объектах, обнаруженных в могоильниках Оргойтон и Ильмовая падь, а также изучить и сравнить последовательность нанесения отдельных слоев лакового покрытия на основу. В данной работе имеем дело с археологическими объектами, часто поврежденными, сильно потемневшими, со значительно деградированным внешним слоем. Эти артефакты требуют очистки от налипших почвенных загрязнений, удаления привнесенных извне материалов, поскольку информация об оригинальных компонентах лакового покрытия необходима для дальнейшей реставрации, восстановления внешнего вида объектов и их первоначальной цветовой гаммы.

Структура и состав материалов грунта, полихромных лаковых слоев и красочного верхнего слоя различных объектов изучены благодаря исследованию шлифов с использованием поляризованного микроскопа (ПМ) и сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) с энергодисперсионным детектором (растровая электронная микроскопия/энергодисперсионный рентгеновский микроанализ (РЭМ/ЭРМ)).

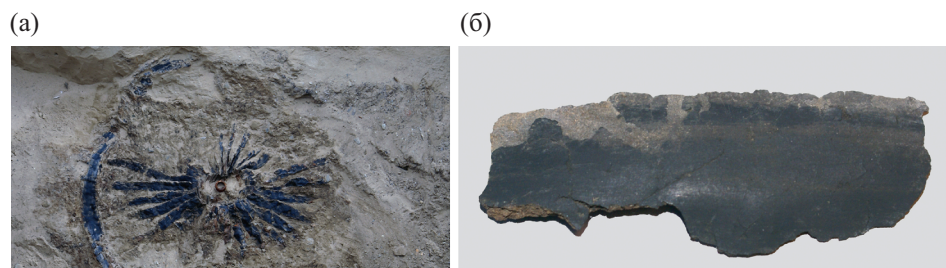


Рис. 2. Колесо колесницы: а – части разделителей спиц, б – фрагмент обода.

МЕТОДЫ

Материалом для исследований служили фрагменты лакированного обода колеса и разделителей спиц колеса колесницы, а также мелкие фрагменты небольших лаковых декоративных изделий, найденных в могильниках Оргойтон и Ильмовая падь.

Предварительно образцы исследовали под стереомикроскопом Carl Zeiss Stemi 2000C (Германия). Этот же стереомикроскоп использовали при изготовлении микрошлифов, которые представляли собой небольшие прозрачные полимерные блоки, куда помещался фрагмент археологического образца. Для изготовления шлифов использовали микропробы археологических образцов (~30–50 мкг). Образцы, взятые для микроскопии, заливали прозрачной полиэфирной смолой Tianti (Англия). После завершения процесса полимеризации проводили обработку и полировку шлифа с помощью шлифовально-полировального станка Buehler Beta Grinder Polisher (Buehler Германия).

Исследование стратиграфии шлифов проводили под микроскопом Axio Scope A1 (Германия) в поляризованном видимом свете и в ближней УФ-области УФ-света (365 нм). Все наблюдения и фотографии сделаны с общим увеличением в диапазоне от $\times 50$ до $\times 500$.

Для осуществления элементного анализа использовали СЭМ Hitachi TM3000 (Япония) с энергодисперсионным детектором Quantax (Германия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования изучены структура и состав неорганических ингредиентов грунта обода и разделителей спиц колеса колесницы. Части разделителей и фрагмент обода колеса представлены на рис. 2. Стратиграфическое исследование микрошлифов с фрагментами лакового покрытия показало последовательность нанесения на деревянную основу многослойного грунта и лакового слоя, а также позволило изучить состав неорганических материалов.

На рис. 3а, 3б показаны шлифы лакового покрытия обода колеса колесницы (при увеличении $\times 50$) в видимом отраженном свете и УФ-свете. Если на фото шлифа в видимом отраженном свете не удается увидеть четкую структуру лакового покрытия, то использование УФ-света для этой цели позволяет различить точную стратиграфию образца, оценить толщину каждого из слоев. На рис. 3б видно, что в среднем слое грунта находятся неравномерно размолотые включения, имеющие голубоватую флуоресценцию в УФ-свете.

По результатам микроскопии образца лакового покрытия обода колесницы (при увеличении $\times 50$) в видимом свете и УФ-свете (рис. 3а, 3б), а также его изображения и элементных карт, полученных с помощью СЭМ с энергодисперсионным детектором (РЭМ/ЭРМ) (рис. 3в, 3г), был сделан вывод о том, что грунт состоит из трех слоев, в среднем из которых отчетливо видны крупные включения, в их состав одновременно входят Са и Р. Такой состав характерен для жженой кости, которая на 84% состоит из фосфата кальция ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) [12]. Таким образом, данные включения представляют собой кость, возможно, жженую.

Изучение данного шлифа при большом увеличении позволило обнаружить в верхнем слое фрагменты растительных волокон (рис. 3д–3ж).

На основании полученных данных послойный состав неорганических наполнителей лакового покрытия обода колеса колесницы может быть представлен следующим образом: нижний слой – смесь алюмосиликатов, по-видимому, глины, и минерала, содержащего кальций (мела или извести); средний слой – мелко перемолотая кость, возможно, жженная, с добавлением небольшого количества алюмосиликатов; верхний слой – алюмосиликаты, в которые добавлены мелкие фрагменты растительного происхождения. Средняя толщина грунта ~1200 мкм. На поверхности лежит очень тонкий слой лака, сохранившийся фрагментарно.

Лаковое покрытие разделителей спиц колеса гораздо тоньше, но несмотря на малую толщину, структура их грунта такая же, как у более толстого

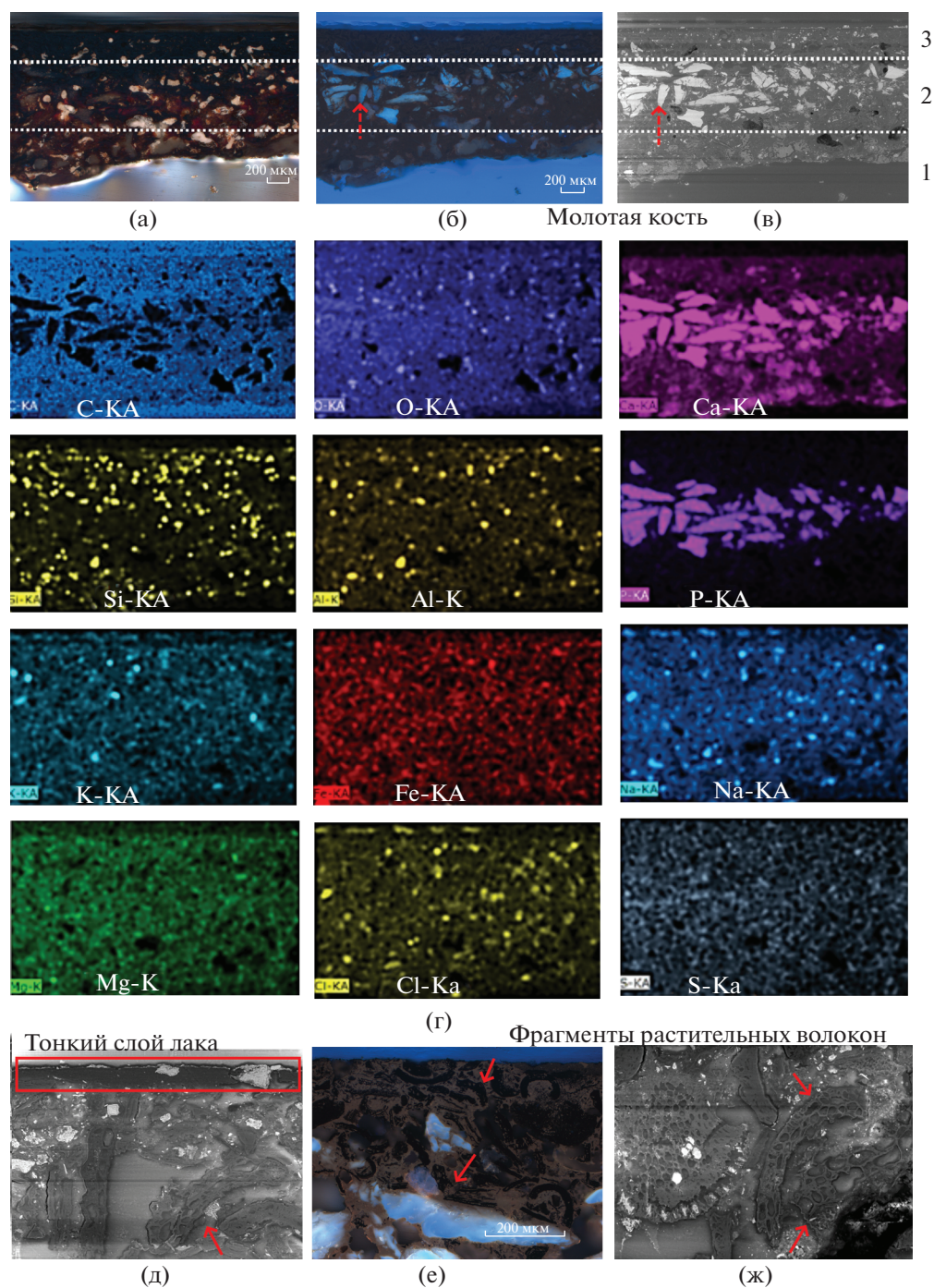


Рис. 3. Шлиф лакового покрытия обода колеса колесницы с увеличением в 50 раз: а – в отраженном видимом, б – ультрафиолетовом свете, в – электронная микрофотография шлифа, г – элементные карты шлифа с лакового покрытия обода колеса колесницы. Шлиф лакового покрытия обода колесницы с увеличением в 200 раз: д – в отраженном видимом, е – ультрафиолетовом свете, ж – электронная микрофотография шлифа.

лакового покрытия обода (рис. 4). В верхнем слое, как и в ободке, присутствуют фрагменты растительного происхождения. Элементный анализ крупного включения во втором слое грунта показал наличие в нем одновременно Са и Р (рис. 5). Исходя из этих данных, флуоресцирующие голу-

боватым цветом в УФ-свете включения также являются мелкими костными фрагментами. Общая толщина шлифа, т.е. лакового покрытия, ~300 мкм.

По результатам микроскопии фрагмента лакового покрытия небольшого столового предмета

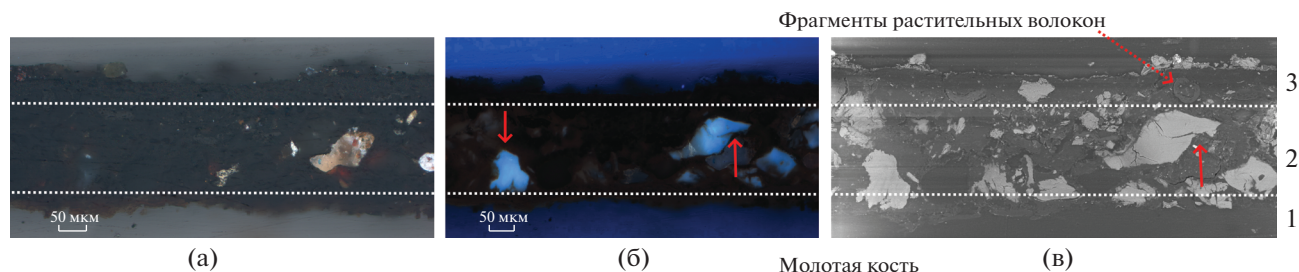


Рис. 4. Шлиф лакового покрытия разделителя спиц колеса колесницы с увеличением в 200 раз: а – в отраженном виде, б – ультрафиолетовом свете, в – электронная микрофотография шлифа.

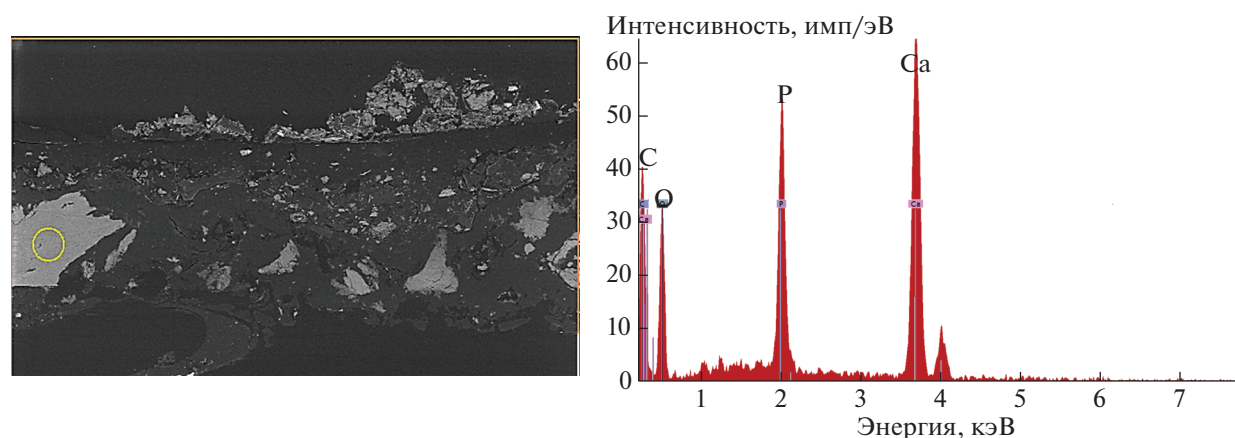


Рис. 5. ЭДС-спектр крупного включения во втором слое грунта.

из могильника Оргойтон с увеличением в 200 раз в видимом и УФ-свете (рис. 6а, 6б), а также его изображения и элементных карт, полученных с помощью РЭМ/ЭРМ (рис. 6в, 6г), получена информация о многослойной структуре лакового покрытия и составе неорганических компонентов каждого из слоев.

В нижней части шлифа видны остатки деревянной основы с налипшими снизу почвенными загрязнениями. На деревянную основу нанесен темно-коричневый слой лака с небольшим добавлением Са-содержащего минерала (мела или извести). Затем положен слой грунта, представляющий собой железосодержащую глину (смесь алюмосиликатов железа и калия), на нем лежит тонкий темно-коричневый слой лака (~40–50 мкм) с небольшим добавлением Са-содержащего минерала (мела или извести). Далее следует очень тонкий слой светло-коричневого лака с небольшим добавлением Fe-содержащего пигмента (охры). На поверхности находится очень тонкий слой киновари без каких-либо добавок толщиной ~10 мкм. Этот вывод сделан на основании присутствия в этом слое ртути и серы [13], что показано на элементных картах. Общая толщина шлифа (лакового покрытия) ~300 мкм.

По результатам микроскопии фрагмента лакового покрытия небольшого столового предмета из могильника Ильмовая падь с увеличением в 200 раз в видимом и УФ-свете (рис. 7а, 7б), а также его изображения и элементных карт, полученных с помощью РЭМ/ЭРМ (рис. 6в, 6г), сделан вывод о стратиграфии и составе неорганических компонентов слоев лакового покрытия.

Деревянная основа лакового изделия в данном случае утрачена. Нижний слой шлифа представляет собой органический материал (лак), в верхнем слое которого, возможно, согласно форме включений, присутствует мелко растертый древесный уголь. Выше лежит слой грунта, представляющий собой смесь алюмосиликатов магния и калия, т.е. глину. На поверхности прямо на слое грунта лежит слой киновари толщиной ~30 мкм с добавлением алюмосиликатов кальция, что продемонстрировано на ЭДС-спектре этого слоя (рис. 8). Общая толщина шлифа (лакового покрытия) ~300 мкм. Отметим, что нижний слой лака и верхний слой киновари имеют практически одинаковый цвет флуоресценции, следовательно, в состав связующего в слое киновари входит лак с теми же добавками, что и лежащий внизу.

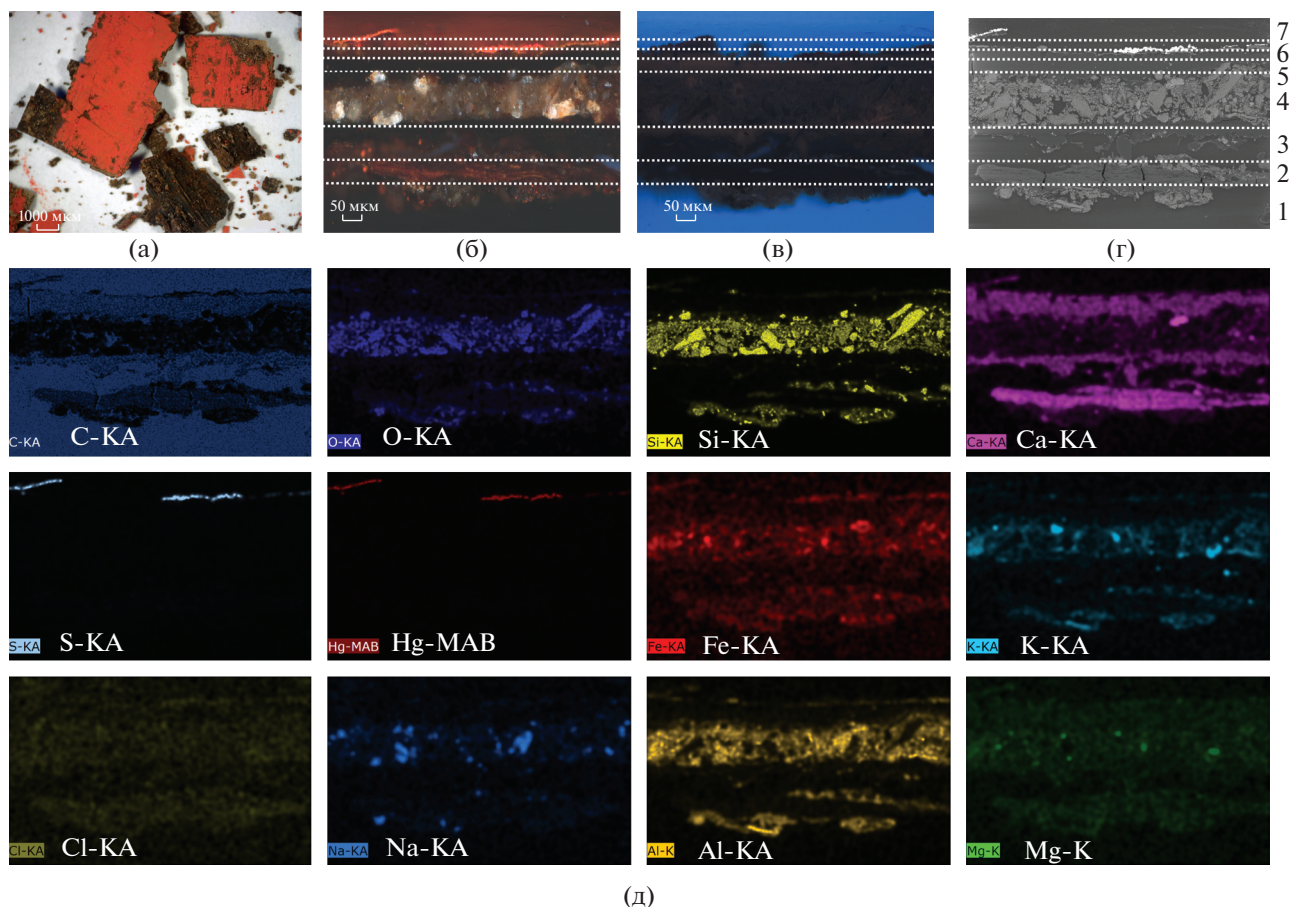


Рис. 6. Фрагменты лакового покрытия небольшого предмета из могильника Оргойтон (а); шлиф фрагмента лакового покрытия из могильника Оргойтон с увеличением в 200 раз: б – в отраженном видимом поляризованном свете, в – ультрафиолетовом свете, г – электронная микрофотография шлифа, д – элементные карты шлифа лакового покрытия; 1 – налиплие почвенные загрязнения, 2 – деревянная основа, 3 – полуразрушенный слой лака, 4 – слой грунта (Fe-содержащая глина), 5 – слой лака с небольшим добавлением Ca-содержащего минерала, 6 – слой лака с добавлением Fe-содержащего пигмента (охры), 7 – киноварь.

Результаты анализа РЭМ/ЭРМ верхнего слоя шлифа показали, что помимо присутствующих в большом количестве элементов ртути и серы в малом количестве присутствуют такие элементы, как кремний, алюминий и кальций. Наличие минералов, в состав которых входят эти элементы, может свидетельствовать об использовании киновари природного происхождения [14].

Исходя из результатов исследования шлифов с пробами лакового покрытия всех археологических объектов можно сделать вывод, что стратиграфическая структура сравниваемых образцов, несмотря на имеющиеся различия, имеет ряд общих черт. Неорганическим компонентом слоя грунта во всех случаях являются алюмосиликаты, в которых могут присутствовать соединения железа, магния, кальция, калия. Безусловно, в силу различного назначения исследованных объектов грунт деталей колеса имеет ярко выраженные отличия от грунта небольших лаковых изделий, ве-

роятно, относящихся к разновидности посуды. Так, в среднем слое грунта обоих исследованных деталей колеса обнаруживается молотая жженая кость, что, вероятно, увеличивало прочность изделия. Ту же цель, по-видимому, преследовало добавление растительных фрагментов, обнаруженных в верхнем слое покрытия деталей колеса.

Фрагменты двух предметов, имеющих столовое назначение, из различных могильников имели внешнее сходство (рис. 5а, 6а), но различались последовательностью нанесения слоев, хотя использованные материалы близки по составу. Так, в случае образца из Оргойтона на поверхности лежал очень тонкий слой киновари, положенный на предварительно нанесенный двойной слой лака. На поверхности фрагмента из Ильмовой пади также лежал слой красной киновари, однако этот слой был гораздо толще и лежал прямо на грунте. При этом красный пигмент находился в смеси с алюмосиликатами. Между грунтом и основой в

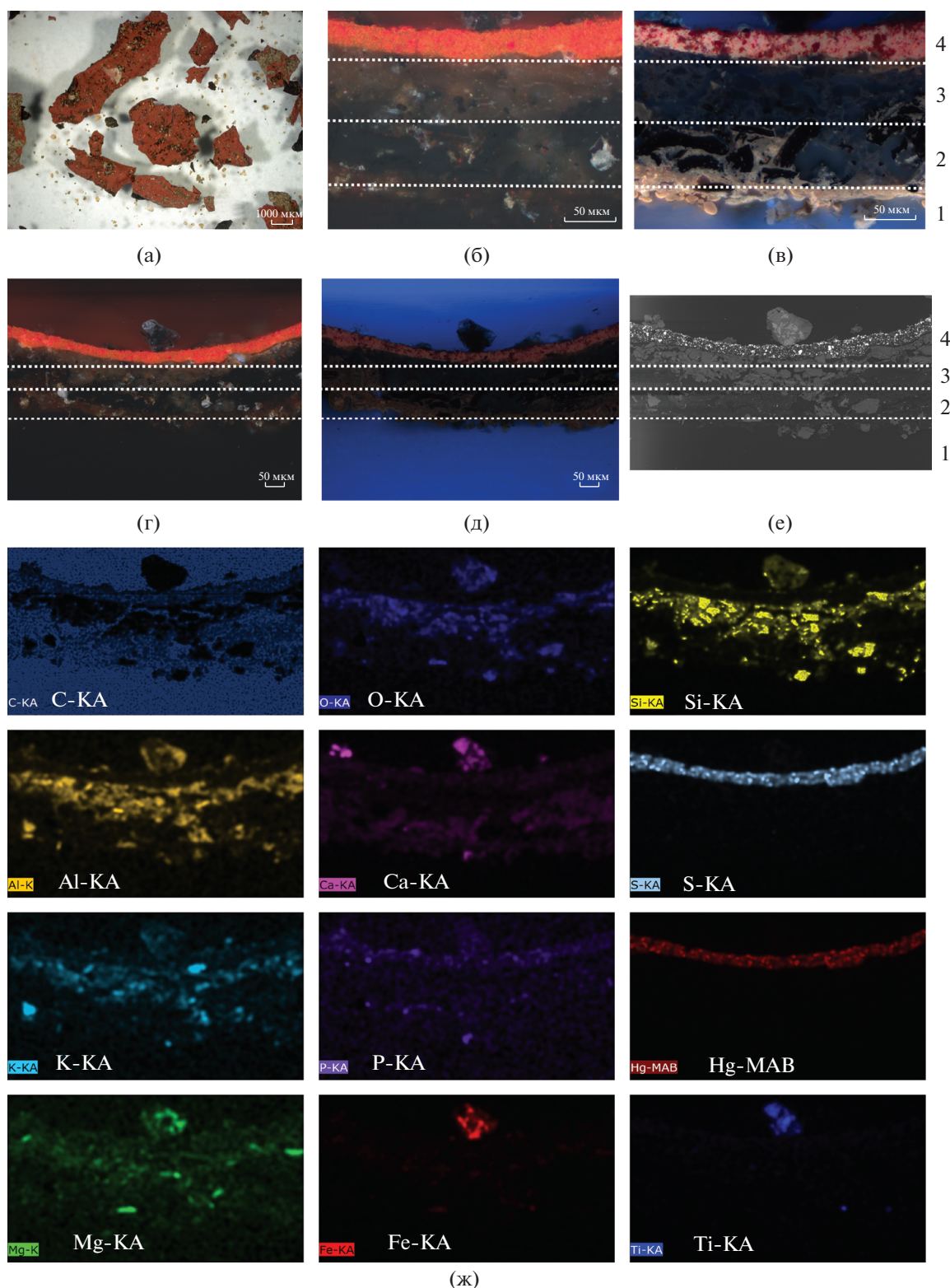


Рис. 7. Фрагменты лакового покрытия небольшого предмета из могильника Ильмовая падь (а); шлиф фрагмента лакового покрытия из могильника Ильмовая падь с увеличением в 500 раз: б – в отраженном видимом поляризованном свете, в – ультрафиолетовом свете; шлиф фрагмента лака с увеличением в 200 раз: г – в отраженном видимом поляризованном свете, д – ультрафиолетовом свете, е – электронная микрофотография шлифа, ж – элементные карты шлифа лакового покрытия; 1 – тонкий слой лака, 2 – слой лака с добавлением древесного угля, 3 – слой грунта (алюмосиликаты калия и магния), 4 – киноварь в смеси с алюмосиликатами.

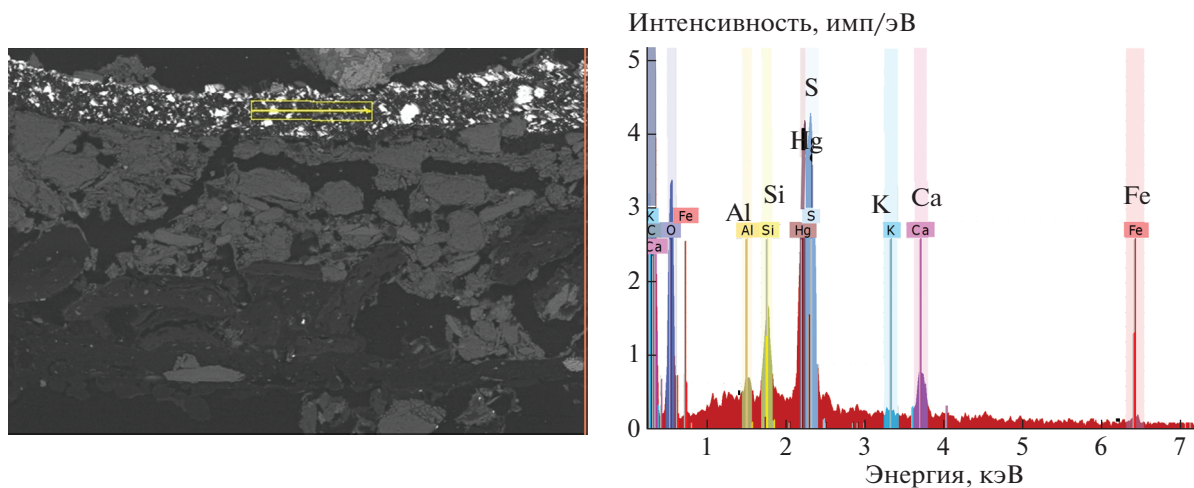


Рис. 8. ЭДС-спектр поверхностного ярко-красного слоя.

обоих образцах находится слой лака, однако в предмете из Ильмовой пади в верхней части лакового слоя находился мелко растертый древесный уголь. Немного различались по составу грунты этих объектов. В обоих случаях основным компонентом грунта являлись алюмосиликаты, однако в грунте предмета из Оргойтона также присутствовали соединения железа, а в грунте объекта из Ильмовой пади – соединения калия и магния.

Указанное различие может свидетельствовать о том, что, несмотря на существование общих технологических принципов нанесения лакового покрытия на деревянную основу, изготовители-ремесленники могли использовать свои приемы при его создании.

Основываясь на проведенных исследованиях и опыте работы с лаковыми предметами, была подобрана опробованная методика укрепления деревянной основы раствором поливинилбутирала (ПВБ) [15]. Удаление почвенных загрязнений выполняли всухую, затем влажным способом. Консервацию основы проводили путем нескольких пропиток спиртовым раствором ПВБ, затем фрагменты были подобраны и склеены. Трещины основы укрепляли мастикой на ПВБ из древесной муки и стеклянными микросферами. При необходимости края фрагментов лакового покрытия укрепляли мастикой из древесной муки и ПВБ, приподнятые участки фиксировали подведением воскосмоляной мастики. Склеюку краев трещин лака без сохранившейся основы проводили с дублированием на японскую бумагу или ткань из стекловолокна.

В результате проведенной реставрации был остановлен процесс разрушения предметов. После консервации сохранившийся лак имеет визуальные характеристики (цвет, фактуру, блеск), близкие к первоначальным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комбинированное использование двух методов (ПМ и РЭМ/ЭРМ) позволило установить состав неорганических пигментов и структуру полихромных слоев лакового покрытия двух деталей колеса колесницы и двух фрагментов предметов столового назначения из хуннских могильников Забайкалья, Оргойтон и Ильмовая падь, датируемых одинаковым периодом. Присутствие ртути и серы в верхнем красном слое свидетельствует об использовании киновари. Крупные включения, обладающие голубоватой флуоресценцией в УФ-свете, в состав которых одновременно входят кальций и фосфор, были идентифицированы как размолотая кость, возможно, жженая. Полученные результаты позволили сравнить структурные особенности изученных объектов.

Несмотря на плохую сохранность лакового покрытия исследованных образцов, удалось установить, что существовали некоторые общие требования при изготовлении лаковых изделий не зависимо от их предназначения. При этом наблюдались заметные различия в последовательности нанесения различных слоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mcsharry C., Faulkner R., Rivers S. et al. // Stud. Conserv. 2013. V. 52. P. 29. <https://doi.org/10.1179/sic.2007.52>
2. Niimura N., Miyakoshi T., Onodera J., Higuchi T. // J. Anal. Appl. Pyrolysis. 1996. V. 37. P. 199. [https://doi.org/10.1016/0165-2370\(96\)00945-X](https://doi.org/10.1016/0165-2370(96)00945-X)
3. Chang J., Schilling M.R. // Stud. Conserv. 2016. V. 61. P. 3. <https://doi.org/10.1080/00393630.2016.1227115>

4. *Wei S., Song G., He Y.* // *J. Archaeol. Sci.* 2015. V. 59. P. 211.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.04.021>
5. *Mazzeo R., Cam D., Chiavari G. et al.* // *J. Cult. Heritage.* 2004. V. 5. P. 273.
<https://doi.org/10.1016/j.culher.2004.06.001>
6. *Wei S., Pintus V., Pitthard V. et al.* // *J. Archaeol. Sci.* 2011. V. 38. P. 2667.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.05.026>
7. *Schilling M., Khanjian H., Chang J. et al.* // *Stud. Conserv.* 2014. V. 59. P. 131.
<https://doi.org/10.1179/204705814X13975704318678>
8. *Pitthard V., Stanek S., Griesser M. et al.* // *Stud. Conserv.* 2016. V. 61. P. 97.
<https://doi.org/10.1080/00393630.2016.1227117>
9. *Kumanotani J.* // *Prog. Org. Coat.* 1995. V. 26. P. 163.
[https://doi.org/10.1016/0300-9440\(95\)00559-5](https://doi.org/10.1016/0300-9440(95)00559-5)
10. *Полосьмак Н.В.* // Ноин-улинская коллекция: результаты работы российско-монгольской экспедиции, 2006–2012 гг.: каталог / Полосьмак Н.В., Богданов Е.С. Новосибирск: Инфолио, 2016. С. 176.
11. *Талько-Гринцевич Ю.Д.* // Материалы к палеоэтнологии Забайкалья. СПб.: Фонд “Азиатика”, 1999. С. 123.
12. *Косолапов А.И.* // Естественно-научные методы в экспертизе произведений искусства. СПб: Изд-во Гос. Эрмитажа, 2015. С. 141.
13. *Artists' Pigments* / Ed. Roy A. Nat. Gallery Washington by Oxford University Press, 1993. V. 2. P. 159.
14. *Burmester A.* // *Urushi: Proceedings of the 1985 Urushi study group.* Los Angeles: J. Paul Getty Trust, 1988. P. 163.
15. *Калинина К.Б., Меньшикова М.Л., Мичри М.В.* // Реставрация произведений декоративно-прикладного искусства в Государственном Эрмитаже. Вып. 2. СПб: Изд-во Гос. Эрмитажа, 2016. С. 106.