

ВАЖНЕЙШИЕ ПРИНЦИПЫ КОНСЕРВАЦИИ И РЕСТАВРАЦИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ (с использованием опыта работы научной лаборатории консервации в Национальном музее Кореи)



**Александр Алексеевич
ЮДАКОВ,**
доктор технических наук, зам. директора по науке и инновационной деятельности Института химии ДВО РАН, г. Владивосток.
E-mail: etcih@mail.ru



**Юрий Геннадьевич
НИКИТИН,**
зав. Музеем археологии и этнографии Института истории ДВО РАН, г. Владивосток.
E-mail: urgen55@yandex.ru



**Оксана Николаевна
ЦЫБУЛЬСКАЯ,**
кандидат технических наук, старший научный сотрудник Инженерно-технологического центра Института химии ДВО РАН, г. Владивосток.
E-mail: ont55@mail.ru



**Игорь Юрьевич
БУРАВЛЁВ,**
аспирант Института химии ДВО РАН, г. Владивосток.
E-mail: buravlev_igor@yahoo.com

В статье рассмотрены основные принципы консервационной обработки археологического металла с целью его долгосрочного сохранения. Особое внимание уделено проблеме лабораторной консервации, включающей основные этапы обработки объектов: очистку, стабилизацию, нанесение защитного покрытия. Обоснована актуальность и необходимость проведения совместных исследований Института истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока и Института химии ДВО РАН.
Ключевые слова: консервация, стабилизация, защитное покрытие, археологический объект, долгосрочное сохранение.

The main principles of conservation and restoration of archaeological objects (using the experience of Conservation Science Team at the National Museum of Korea)

A.A. Yudakov, Doctor of Technical Sciences, Deputy Director on Scientific and Innovation Work of the Institute of Chemistry FEB RAS, Vladivostok;

Yu.G. Nikitin, Head of the Museum of Archeology and Ethnography, Institute of History, Archaeology and Ethnography of the Peoples of the Far East FEB RAS, Vladivostok;

O.N. Tsybul'skaya, Candidate of Technical Sciences, Senior researcher, Institute of Chemistry FEB RAS, Vladivostok;

I.Yu. Buravlev, a post graduate, Institute of Chemistry FEB RAS, Vladivostok.

The basic principles of conservation treatment of archaeological metal for its long-term preservation is described. Particular attention is paid to the problem of laboratory process of conservation including the main stages of processing facilities: cleaning, stabilization, protective coating. The urgency and the necessity for joint research of the Institute of History, Archaeology and Ethnography of the Peoples of the Far East and the Institute of Chemistry FEB RAS is substantiated.

Key word: conservation, stabilization, protective coating, archaeological object, long-term preservation.

*«Я отчётливо вижу обстоятельства
возможного и желательного сотрудничества
науки и искусства, когда химики и физики
займут достойное место рядом с вами»*

Луи Пастер.

Выступление перед учениками
Школы изящных искусств. 1865 г.

Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН располагает уникальной коллекцией экспонатов культурного наследия народов, обитавших на юге Дальнего Востока в древности и средневековье, среди которых доминирующая часть представлена археологическим железом эпохи государств Бохай, Цзинь и Дун Ся. Способы консервации археологических находок из металла, особенно железа, применяемые сотрудниками Музея археологии ИИАЭ, как правило, использовались только при временном решении проблемы сохранения металла, так как консервировали состояние металлических изделий после механической очистки, не предотвращая внутренних процессов в объекте консервации. В результате многие археологические изделия в настоящий момент находятся в процессе разрушения. В связи с необходимостью ре-консервации таких объектов, а также разработки новейших методов защиты археологического металла от разрушения было принято решение о проведении совместно с Институтом химии ДВО РАН исследовательских работ и создании лаборатории по изучению, реставрации и сохранению археологического металла.

В Институте истории был проведён ряд исследований по результатам археологических раскопок, касавшихся вопросов технологии получения и обработки металлов у чжурчжэней, с использованием металлографического и спектрального методов анализа [1, 2]. Однако многие проблемы, возникавшие в археологической практике, не были разрешены в связи с отсутствием современной аналитической базы.

В настоящее время существующие лаборатории консервации принадлежат крупным музеям или научным университетам, что позволяет рассматривать консервацию и реставрацию как прикладные дисциплины, находящиеся на стыке естественных и гуманитарных наук. Перспективным и неотъемлемым представляется осуществление процесса консервации одновременно с научным анализом, в частности, исследование микроструктур с применением методов металлографии, проведение химического анализа, классификация изделий, характеристика способа изготовления, историческая датировка, определение территориальной принадлежности и др. Это предполагает использование современных способов исследований, разработки методов неразрушающего анализа, с помощью которых становится возможным изучение особо ценных предметов искусства, а также внедрение нового аналитического оборудования широкого спектра в приборные базы таких лабораторий.

Авторы статьи ставили целью определить перспективные направления научной деятельности создаваемой лаборатории, используя опыт полугодовой стажировки сотрудника Института химии ДВО РАН в лаборатории консервации археологического металла Национального музея Республики Корея.

В широком аспекте консервация — это комплекс действий, направленных на сохранение объекта. Научная консервация в археологии руководствуется рядом принципов, среди которых три основных: минимальное вмешательство, обратимость и устойчивость. Обратимость процессов с технической точки зрения необходима для осуществления возможности удаления защитного материала, отработавшего свой срок службы, или для расконсервирования объекта в случае проведения реставрационных работ. Принцип устойчивости требует от консервационной обработки относительной долговечности, способствующей сохранению объекта.

Правильное сохранение археологических находок сразу после их извлечения (или консервация в полевых условиях) — это предпосылка к существенному упрощению процесса консервации в лабораторных условиях, особенно такого этапа обработки, как стабилизация. На практике желательно постоянное присутствие специалиста-реставратора в археологической экспедиции или регулярное посещение им участка раскопок.

Авторы статьи [5] полный консервационный цикл предлагают разделить на последовательные уровни работ: предконсервационный анализ, сохранение на месте археологических раскопок (локальное сохранение), лабораторное сохранение, долгосрочное хранение.

Локальное сохранение, возможно, самая решающая стадия из всех. На этой стадии материалы более всего находятся под угрозой разрушения в связи с доступом воздуха. Объекты начинают высыхать, сжиматься и разрушаться, поскольку теряют поддержку окружающей среды (культурного слоя).

Лабораторное сохранение предполагает экспертизу материала, научный анализ, а также проведение основных этапов консервационной обработки — очистки образца, стабилизации, нанесения консервационного покрытия. На этом этапе возможно осуществление реставрационных работ, подготовка объекта к музейной демонстрации либо к долгосрочному хранению.

Аналитический обзор публикаций в области консервации и реставрации показал, что они носят преимущественно прикладной характер [3], так как при разнообразии археологических объектов необходимо изучение индивидуальных особенностей каждого предмета в комплексе с разработкой научно обоснованных подходов к его сохранению. Технология консервации, существующая в настоящее время, основана на разнообразных приёмах, зачастую довольно рискованных. Авторы статьи представляют лабораторную консервацию металлических изделий как ряд последовательных операций (рис. 1), которые проводятся дифференцированно в зависимости от состояния археологического объекта и решаемой задачи.

Научная лаборатория консервации, созданная в 1975 г. при Национальном музее Республики Корея (НМК), в настоящее время ведёт консервационные работы по множеству направлений: металлы, дерево, картины, бумага, глиняная посуда, керамика, камень, ткани и др. В штате лаборатории специалисты высокого уровня, однако нет консерваторов со специальным образованием, поэтому промежуточные операции, требующие художественного видения, выполняются инженерами-консерваторами. Практический опыт позволяет им осуществлять сложнейшие дереставрационные работы на ответственных объектах, определяемых как «Национальное достояние Республики Корея». При этом Департамент археологии НМК снимает от-



Рис. 1. Лабораторная консервация археологических объектов.

ветственность с лаборатории за принятие решения о масштабе реставрационного вмешательства. Вопросы такого плана определяются специалистами в области археологии, истории и искусствоведения.

Продолжительность полного цикла обработки одного археологического объекта в практике НМК может продолжаться от нескольких дней до нескольких месяцев. На период работ объект хранится в герметичном боксе, оснащённом системой контроля влажности и температуры, при этом показания влажности меняются сезонно. В летнее время мембранный осушитель, поддерживающий влажность в боксе, не в состоянии в должной мере нейтрализовать избыточную влагу и в боксы помещаются ёмкости с силикагелем. Показатели относительной влажности контролируются, осуществляется своевременная замена адсорбента на восстановленный.

В лаборатории НМК первоначально производятся физические измерения археологического объекта, который исследуется на установке рентгена, что зачастую является единственным методом их идентификации, так как вторичные образования на поверхности археологического объекта меняют его форму, кроме того, предмет может быть существенно разрушен. Для микроскопического анализа в лаборатории НМК применяется микроскоп Leica Wild M10 (диапазон увеличения [5,0—50,4]x) в паре с фотокамерой Canon EOS-1 DS Mark-3, программным обеспечением Canon Digital Photo Professional и программой анализа изображений Olympus Analysis. Осмотр на предмет наличия органических включений проводят под освещением

ультрафиолетовой лампы. Реставрируемые объекты детально описываются, фотографируются перед консервационной обработкой, измерения фиксируются на чертежах.

Далее проводится очистка археологического предмета, при этом возможно использование механических, химических, электрохимических, термических способов. Во многих случаях находку расчищают только механически. Комбинация различных способов механической обработки позволяет качественно очистить объект без применения химических и электрохимических методов, которые в некоторых случаях сложно контролировать. Термические способы очистки осуществляются посредством прокаливания. Различный коэффициент объёмного расширения металла и продуктов коррозии приводит к её отслаиванию, но при этом зачастую требуется дополнительная механическая обработка.

Производить очистку образца с высокой точностью, снимая тонкие слои, позволяет активно используемая в лабораторной практике НМК пескоструйная обработка. Для железных объектов используется стеклянный абразив размером 44 мкм. Очистка ведётся по всей площади объекта, при этом контролируется и сохраняется баланс цвета. Наибольшее абразивное воздействие обеспечивается в момент удара абразива о поверхность металла, поэтому управление напольной педалью снимает нагрузку с рук и повышает точность точечной обработки.

Лаборатория НМК активно использует микродрель и ультразвуковой скайлер, представленные производителем высокоточного стоматологического оборудования — фирмой NSK (Япония). В некоторых случаях применяется пневматический микроотбойник. Используется также широкий спектр инструментов: скальпели, щипцы, кусачки, щётки, кисти и специальные инструменты ювелирного дела. Следующим этапом консервации является стабилизация, которая необходима для прекращения процессов разрушения внутри археологического объекта. По сравнению с другими металлами железные предметы, находясь в почве, наиболее сильно подвергаются воздействию коррозии.

Археологическое железо, извлечённое из-под земли, покрыто слоями продуктов коррозии различного типа. Внутренний слой, как правило, представлен смешанным оксидом Fe_3O_4 ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Один или несколько внешних слоёв содержат континуум Fe_3O_4 , покрытый гидроксидом железа и накоплениями почвы.

Археологические памятники, изучаемые на территории Приморского края, находятся в районах, приближённых к морю, где присутствие хлорсодержащих солей в почве чрезвычайно высоко. Особенно опасными соединениями, сильно действующими на железо, являются хлористое железо (FeCl_2) и хлорное железо (FeCl_3). При этом концентрация хлоридов в порах предмета может быть выше, чем в окружающем грунте вследствие их передвижения к металлу в процессе электрохимической коррозии. Таким образом, металлический объект накапливает большое содержание в порах и каналах металла и коррозионных слоёв.

Для удаления ионов хлора могут использоваться различные методы: промывка в дистиллированной воде, промывка в щелочной среде, удаление солей при помощи органических растворителей. Эффективно используется

для удаления ионов метод погружения в щелочные растворы. Диффузия выступает главной движущей силой, в результате ионы из области с большей концентрацией (металл и коррозионные слои) мигрируют в область с более низкой концентрацией (раствор). Степень диффузии зависит от размера открытой поверхности образца и от того, насколько хорошо поверхностные слои образца и каналы, связывающие металл, коррозионные слои и внешнюю поверхность, соединены друг с другом. Если раствор не способен проникнуть внутрь пор и каналов, оставшиеся ионы хлора станут причиной разрушения в будущем.

В процессе стабилизации обрабатываемые объекты подвержены сильным внутренним напряжениям и их рекомендуется «усиливать» нитями. В лаборатории НМК стабилизационная обработка археологического железа осуществляется путём последовательной промывки растворами NaOH и $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (бура) при постоянной температуре 60°C , задаваемой водяной баней. Применение гидроксида натрия в сравнении с обработкой в дистиллированной воде существенно сокращает время обработки, позволяя эффективно удалить труднорастворимые хлориды. Пробы растворов анализируются на установке рН-метра и ион-хроматографа. После достижения концентрации ионов хлора требуемого значения следует промывка в дистиллированной воде с последующей сушкой в вакуумном сушильном шкафу при температуре 105°C .

Заключительным этапом процесса консервации является покрытие археологического объекта защитным слоем. В качестве защитных покрытий применяют акриловые смолы, лаки, парафины, твёрдые воски. В лаборатории НМК используется хорошо себя зарекомендовавшая и широко используемая в практике акриловая смола Paraloid B-72. Нанесение консервационного покрытия рекомендуется сразу же после сушки и может быть осуществлено различными способами (см. рис. 1). При пропитке растворами концентрация покрывающего материала оказывает влияние на пенетрационные свойства. Для лучшего проникновения материала в поры и трещины покрытие наносится на объект в условиях вакуума, создаваемого в машине вакуумной пропитки или при помощи альтернативной установки (например, эксикатор и вакуумный насос). Откачка воздуха для устранения воздушного удара производится плавно.

Перспективным представляется нанесение защитных покрытий по методу, разработанному в Институте химии ДВО РАН [3]. Авторами был проведён ряд исследовательских работ по стабилизации материалов против коррозии металлических порошков и защиты поверхности компактных металлов путём адсорбции углеводородных соединений из газовой фазы. В Институте химии были проведены эксперименты по нанесению покрытий на металлические поверхности методом осаждения раствора полимера под действием изменения концентрации раствора. В качестве защитного вещества для нанесения покрытий использовали высокомолекулярное соединение органического происхождения — эмульсионный полиметилметакрилат (ПММА).

Одновременно с проведением работ, связанных с лабораторной консервацией, при необходимости возможно решение задач реставрации археологических объектов. Безусловно, реставрация — самый творческий и сложный процесс, требующий специальной подготовки, навыков и художественного

видения. Что касается металлов, то реставрация в первую очередь заключается в консервации, обеспечивающей стабилизацию материала. В практике реставрации широко применяются как природные, так и синтетические материалы. Проблемы, связанные с реставрацией археологических предметов из металла, решаются преимущественно с помощью синтетических реставрационных материалов, ассортимент которых в последнее время расширился. Следует упомянуть о наиболее часто применяемых в лаборатории НМК реставрационных материалах, особенно о клеях и красках. Применение различных клеевых материалов, несмотря на кажущуюся простоту операции, имеет свои нюансы и тонкости, существенно влияющие на качество результата. Процессы сборки разбитых на множество частей металлических объектов весьма трудоёмки, поскольку разрушение металла значительно усложняет подборку родственных фрагментов.

Для соединения металлических фрагментов используются различные эпоксидные смолы (например, эпоксидная смола Araldite) с добавлением пигментных порошков, для более лёгких и тонких фрагментов — клеи на основе цианакрилата. Эпоксидная смола смешивается с пигментными добавками. В качестве дисперсионного армирующего материала к красителю добавляются пустотелые микронные (200 мкм) стеклошарики. Ускоряет фиксацию инфракрасная лампа. Растворить клеи или эпоксидные смолы, не нарушив целостности фрагментов, возможно лишь через погружение всей собранной конструкции в растворитель. Поэтому перед началом сборки продумывается её последовательность.

Некоторые смолы обладают высокой вязкостью, что вызывает определённые сложности при тонкой механической обработке. Для закрепления на объекте частиц малых размеров на практике применяются те же растворы, что и для защитного покрытия. Захват этих частичек нередко осуществляется при помощи такого устройства, как вакуумный пинцет. Для заполнения пустот в слоях коррозионного продукта применяют клей на основе целлюлозы (Cemedine-C, производства Японии). Цвет задаётся акриловыми красками, производимыми компанией Liquitex. Степень «блеска» поверхности регулируется растворами Matte Varnish французской фирмы Pebeo.

При долговременном хранении археологических объектов важно формирование окружающей среды. Контроль двух основных параметров — температуры и влажности — особенно необходим при сохранении металлических предметов. Опасны не только выходы за допустимые границы, но и изменения этих величин внутри заданного диапазона: оптимальная относительная влажность для железных объектов — 45%, рекомендуемая температура — 22°C.

В музейной практике нашли широкое применение централизованные системы точного мониторинга параметров окружающей среды, позволяющие объективно оценивать обстановку в разных ситуациях. Так, например, Государственный Эрмитаж использует в своей практике систему автоматического контроля температуры и влажности (СКТВ). Эффективным решением проблем стабилизации микроклимата является оборудование помещений музея системами кондиционирования воздуха. Наряду с центральными системами кондиционирования широкое применение нашли местные установки осушения — увлажнения воздуха, а также специальные витрины

с различными способами стабилизации микроклимата (сбалансированные сорбенты, механические установки кондиционирования, создания бескислородной среды).

Для ценных изделий из неустойчивого материала необходимо строить специальные витрины с более сухим микроклиматом. В настоящее время производители музейного оборудования предлагают витрины, заполненные смесью азота и водяных паров, в таких условиях создаётся дефицит кислорода. Предлагаемые витрины привлекают простотой установки и лёгкостью обслуживания, но, к сожалению, методика создания бескислородной среды довольно дорогая.

В качестве материала для обшивки стен хранилища фондов и изготовления стеллажей НМК применяет древесину *Paulownia tomentosa* (павлония войлочная), известную как «адамово дерево». В музее существует система централизованного мониторинга, кондиционирования. В помещениях фондохранилища применяется фумигация. Особо ценные экспонаты представлены в выставочных залах со специально отрегулированным освещением.

Таким образом, зная проблемы консервационной обработки археологических изделий, можно обозначить основные задачи научной деятельности создаваемой лаборатории. Круг вопросов, определяющих направления совместных исследований, достаточно широк: в первую очередь — это развитие теоретической базы технологии консервационной обработки, разработка физико-химических методов нанесения защитных покрытий на археологический металл, их научной проверки и внедрения в археологическую практику. Другая важная сторона дела связана с многообразием археологических объектов и отсутствием шаблонных технологий их сохранения, что требует тщательного анализа археологического материала с привлечением новейших методов исследований, а также разработки индивидуальных подходов в зависимости от конкретных задач. И, безусловно, необходимо научное обоснование техники консервации при решении прикладных вопросов консервационной обработки археологического материала с целью его сохранения. Возможность взаимодействия специалистов ИИАЭ ДВО РАН в области археологии и представителей Института химии ДВО РАН обогащает совместные исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ленков В.Д. Металлургия и металлообработка у чжурчжэней в XII в.: (по материалам исследований Шайгинского городища). Новосибирск: Наука, 1974. 175 с.
2. Конькова Л.В. Бронзолитейное производство на юге Дальнего Востока СССР (рубеж II—I тыс. до н.э. — XIII в. н.э.). Л.: Наука, 1989. 123 с.
3. Юдаков А.А., Зубец В.Н. Теория и практика получения и применения гидрофобных материалов. Владивосток: Дальнаука, 1998. 180 с.
4. Watkinson, D. E., Neal V. First Aid for Find. Rescue / UKIC Archaeology Section, 2001. 108 p.
5. Salvador Munoz Vinas. Contemporary Theory of Conservation. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005. 230 p.
6. J.M. Cronyn. The Elements of Archaeological Conservation. London: Routledge, 1990. 326 p.
7. Bradley A. Rodgers. The Archaeologist's Manual for Conservation. New York: Springer Science + Business Media, Inc., 2004. 214 p.