

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

С.Г. БУРШНЕВА

**РЕСТАВРАЦИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ
И ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДМЕТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗА**

Учебно-методическое пособие

**КАЗАНЬ
2019**

УДК 069(075.8)

ББК 79.1я7

Б91

*Печатается по рекомендации Учебно-методической комиссии
Института международных отношений
Казанского (Приволжского) федерального университета
(протокол № 9 от 21 июня 2018 г.)*

Рецензенты:

директор ВШИН и ВКН, заведующий кафедрой истории Татарстана,
археологии и этнологии ИМО КФУ, доктор исторических наук, доцент

А.Г. Ситдиков;

кандидат химических наук, доцент кафедры химии ВоГУ

О.Б. Кузнецова

Буршнева С.Г.

Б91 Реставрация археологических и этнографических предметов из железа: учеб.-метод. пособие / С.Г. Буршнева. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2019. – 88 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов магистратуры, обучающихся по направлению «История искусств», профиль «Реставрация историко-культурного наследия». Цель данного пособия заключается в том, чтобы стимулировать самостоятельный, активный подход студентов к освоению дисциплины путем выполнения самостоятельных работ по реставрации археологических и этнографических музейных предметов из железа.

УДК 069(075.8)

ББК 79.1я7

© Буршнева С.Г., 2019

© Издательство Казанского университета, 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для организации практических занятий и самостоятельной работы по освоению дисциплины Б1.В.ДВ.01.01 «Исследование и реставрация археологических и этнографических предметов из металла» студентами магистратуры очной и заочной форм обучения, обучающимися по направлению «История искусств», профиль «Реставрация историко-культурного наследия».

Учебно-методическое пособие «Реставрация археологических и этнографических предметов из железа» представляет собой обобщенный российский и зарубежный опыт ведущих реставрационных организаций, специализирующихся на реставрации музейных предметов из металла. Пособие предназначено для студентов, специализирующихся на изучении методов исследования и практической реставрации предметов декоративно-прикладного искусства из металла.

Пособие состоит из трех разделов. В первом разделе излагаются основополагающие принципы реставрации металлических предметов, дается общая характеристика коррозионных процессов, особый акцент делается на описании процесса минерализации археологических предметов из металла, рассматриваются причины и виды активной коррозии железа. Также в первой части приводится таблица сохранности археологических предметов из железа, являющаяся основой построения методики реставрации. Во второй части дается классификация и краткая характеристика основных методов реставрации и консервации археологических и этнографических памятников из металла. Третья часть учебного пособия представляет собой сборник инструкций по реставрации археологических и этнографических предметов из железа.

РАЗДЕЛ 1

ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИОННОГО ПРОЦЕССА НА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРЕДМЕТАХ

Приступая к реставрации любых археологических и этнографических предметов из металла, очень важно правильно оценить состояние сохранности и поставить диагноз. Ошибка в оценке сохранности предмета ведет к выбору неадекватного метода реставрации, что может закончиться частичной или полной утратой памятника.

За редким исключением – золото, серебро, медь, платина и ртуть, все металлы в природе существуют в виде химических соединений, входящих в состав руды. Руда состоит из рудного тела (химических соединений металла) и пустой породы (силикатов, карбонатов и пр.). Для восстановления металла расходуется большое количество энергии и восстановителей (углерода и его соединений), являющихся поставщиками электронов. Приняв электроны, выплавленный металл переходит в термодинамически неустойчивое состояние. И вследствие этого через процесс коррозии стремится перейти в первоначальное состояние. Реально скорость коррозии определяется условиями окружающей среды.

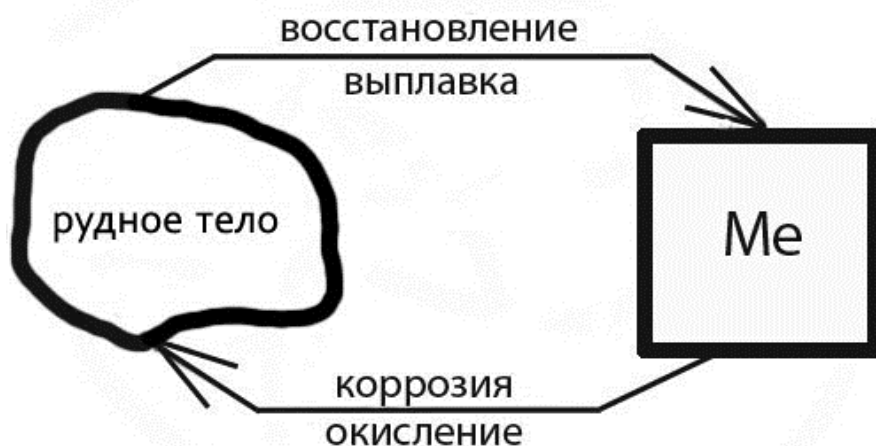


Рис. 1. Схема окислительно-восстановительных процессов

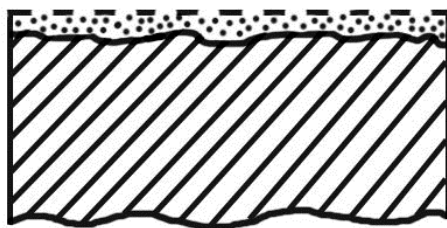
В химии процесс отдачи атомами электронов называется окислением, а процесс получения ими электронов – восстановлением. Естественное для металла состояние рудного тела – окисленное. Соответственно, стремление любого металла к своему естественному состоянию – это процесс окисления. Следовательно, процесс коррозии металлов – это процесс окисления, иными словами – процесс соединения металла с неметаллами путем отдачи электронов. Продукты коррозии – это химические соединения, и, удаляя даже незначительные коррозионные наслоения с поверхности металла, мы удаляем пусть тонкий, но слой самого металла.

Таким образом, **КОРРОЗИЯ** – это самопроизвольно протекающий необратимый процесс разрушения металлов, превращения их в химические соединения вследствие химического воздействия внешней среды, сопровождающийся изменением их физико-химических свойств.

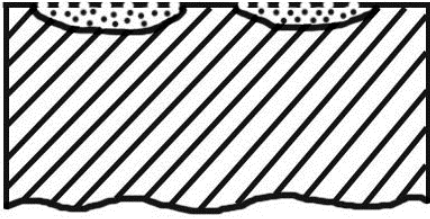
Различают внутренние и внешние **ФАКТОРЫ КОРРОЗИИ**. Внутренние факторы, такие, как многокомпонентность сплава, структура сплава, качество поверхности и характер декоративной обработки предмета, влияют в первую очередь на вид и скорость коррозии.

Внешние факторы, такие, как наличие кислорода и воды в окружающей среде и присутствие там различных агрессивных веществ, определяют влияние коррозионной среды на протекание процесса коррозии. В естественных условиях на поверхности металла скапливается влага с растворенными в ней атмосферными газами (O_2 , CO_2 , SO_2 и др.) и другими компонентами окружающей среды, образующими в своей совокупности раствор электролита. При контакте металла с раствором электролита возникает коррозионный процесс, в результате которого на поверхности металла формируются продукты коррозии: в виде пленки в условиях атмосферы и в виде корки – при почвенной коррозии.

По характеру изменения поверхности и внутренней структуры металла, независимо от того, какое происходило взаимодействие со средой, коррозионные разрушения подразделяют на несколько ФОРМ КОРРОЗИИ. Если коррозией охвачена вся поверхность металла, такой вид разрушения называют *общей* или *сплошной* коррозией.



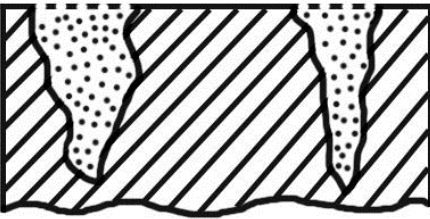
Если же на предмете разрушаются отдельные участки поверхности металла, то эту форму коррозии называют *местной*. Местная коррозия имеет неодинаковую степень разрушения. Наиболее характерными видами местной коррозии являются коррозия в виде пятен, язвенная, точечная (питтинг), подповерхностная, межкристаллитная и избирательная (селективная) коррозия.



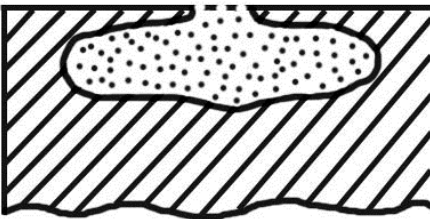
- *Коррозия в виде пятен* ведет к разрушению отдельных участков поверхности металла на сравнительно небольшую глубину.



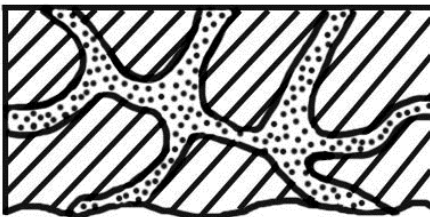
- *Коррозия в виде язв* отличается от коррозии в виде пятен большей глубиной проникновения в слой металла.



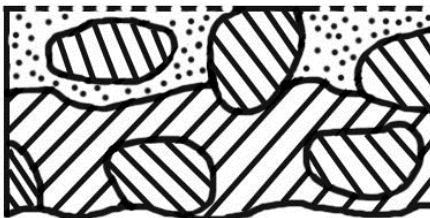
- *Точечная коррозия (питтинг)* связана с разрушением металла в виде точечных поражений, перерастающих в сквозные.



- *Подповерхностная коррозия* возникает, как правило, в тех случаях, когда защитное покрытие разрушено на отдельных участках. Поэтому металл разрушается преимущественно под поверхностью, и продукты коррозии оказываются сосредоточены внутри металла.



- *Межкристаллитная коррозия*, не разрушая зерен металла, продвигается вглубь по их менее стойким границам.



- *Избирательной(селективной) коррозии* подвержены некоторые виды сплавов.

В зависимости от того, в какой среде находится металл, можно выделить несколько ВИДОВ КОРРОЗИИ.

- *Влажная атмосферная коррозия* может возникать при относительной влажности воздуха в среднем от 60 % и выше. Железные предметы с хорошо обработанной поверхностью выдерживают влажность до 65 %, не показывая признаков коррозии. Железные предметы, поверхность которых имеет следы износа, выдерживает влажность до 45 %. На корродированном железе процессы коррозии возобновляются уже при 35 % влажности. На железных предметах, в продуктах коррозии которых имеются хлориды, коррозионные процессы активизируются уже при 15 % влажности. При повышении влажности коррозионные процессы усиливаются, особенно при наличии в атмосфере сернистых соединений и хлора.

- *Почвенная коррозия.* Влага, содержащаяся в почвах, всегда является электролитом, поэтому в почве металлы разрушаются особенно активно. В почве также содержится до 2 % кислорода (в атмосфере – 21 %) и большое количество углекислоты, выделяемой в результате биохимических процессов. В состав почвы входит много сульфатов, карбонатов, хлоридов, а в засоленных почвах их концентрация весьма значительна. Усиление коррозии в почве в большой мере зависит от неоднородности почвы по структуре, составу и плотности.

- *Биокоррозия.* Это процесс коррозии, связанный с жизнедеятельностью микроорганизмов, находящихся в почве. Сами микроорганизмы не разрушают металл, но продукты их жизнедеятельности вызывают значительное ускорение его разрушения. Например, это касается сульфатредуцирующих бактерий, производящих сероводород.

- *Морская коррозия.* Морская вода является рассолом с высоким содержанием хлоридов, сульфатов, йода и брома. Она является прекрасным электролитом с высокой электропроводимостью.

АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ

Для оценки сохранности археологических металлических предметов целесообразно выделить археологическую коррозию как отдельный ее вид. Диагностировать археологическую коррозию на музейных предметах можно по двум основным признакам:

1. Развитие процесса минерализации металлического предмета.
2. Наличие активной коррозии.

Оба эти признака могут присутствовать как вместе, так и поодиночке, в зависимости от степени коррозионного разрушения памятника. Археологическая коррозия наблюдается только на металлических предметах, длительное время находившихся в погребенных условиях или на дне водоемов.

Когда мы называем тот или иной археологический предмет металлическим, мы тем самым делаем ему своеобразный комплимент. Потому что очень часто металла как такового в предмете уже нет. Он весь оказался заменен продуктами его коррозии, которые, в силу длительного залегания в земле, сохранили для нас форму предмета, но не его сущность. Коррозионный процесс, в результате которого идет постепенная замена металла его соединениями и при котором сохраняется форма предмета, называется процессом минерализации. Являясь одним из коррозионных процессов, он начинается с образования на поверхности предмета тонкой оксидной пленки, или пленки первичного окисления, которая надежно фиксирует оригинальную поверхность предмета, сохраняющуюся в большинстве случаев в толще коррозионных наслоений на археологических находках (рис. 2). Чаще всего эта пленка формируется еще во время бытования предмета, до того, как он попадет в землю.

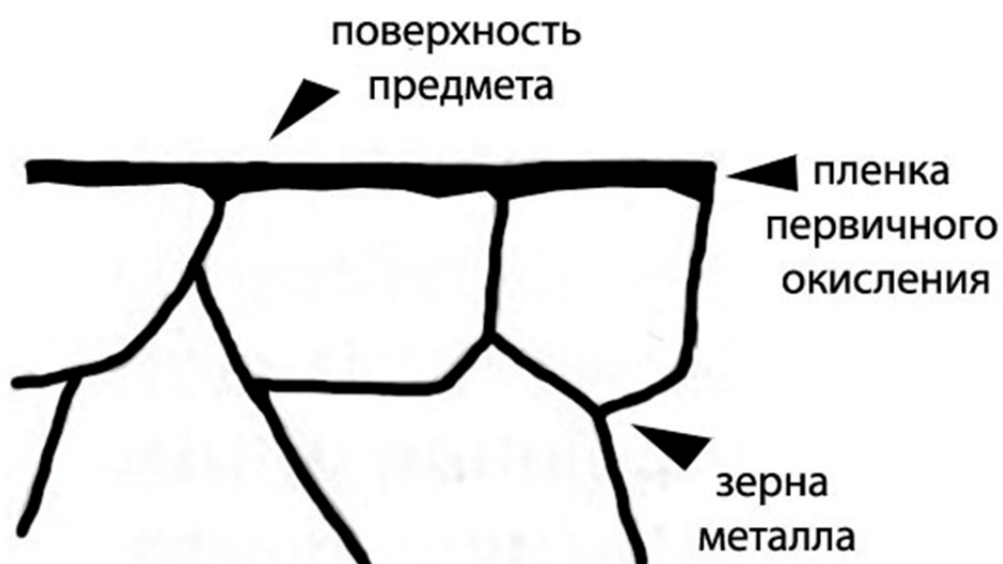


Рис. 2. Образование первичной оксидной пленки, отмечающей оригинальную поверхность археологического предмета

После попадания металлического предмета в раствор электролита, которым является почвенная влага, все коррозионные процессы многократно усиливаются. Из окружающего предмет грунта, сквозь поры, микротрещины и капилляры в пленке первичного окисления, внутрь предмета начинают проникать различные ионы, самыми опасными из которых являются отрицательно заряженные ионы кислорода, хлора и серы – анионы (рис. 3). В первую очередь, эти ионы вступают во взаимодействие с металлом на самых слабых участках – по границам зерен и отдельным фазам металла. Таким образом, идут процессы развития межкристаллитной и выборочной (селективной) коррозии. Положительно заряженные ионы металла (катионы), со своей стороны, тоже вымываются сквозь оксидную пленку, вступая в реакцию с элементами окружающей среды уже на поверхности предмета – здесь образуются вторичные продукты коррозии, постепенно формирующие вторичную минеральную корку. Сама пленка первичного окисления тоже не остается неизменной, она постепенно утолщается, «растет» вглубь металла, оставляя на месте оригинальную поверхность предмета, и превращается в первичную минеральную корку (рис. 4).

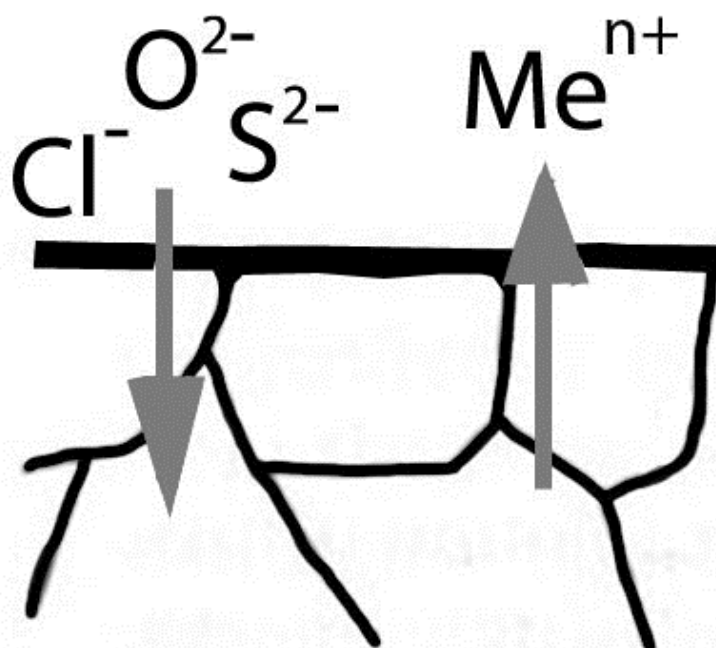


Рис. 3. Миграция анионов и катионов сквозь пленку первичного окисления



Рис. 4. Образование первичной и вторичной минеральной корки на археологических предметах из металла

Процесс минерализации будет продолжаться, пока весь оставшийся металл не заменится продуктами его коррозии, т. е. пока предмет не окажется полностью минерализован (рис. 5).



Рис. 5. Полная минерализация археологических предметов из металла

АКТИВНАЯ КОРРОЗИЯ. Способность металлических предметов образовывать оксидные пленки и минеральные корки можно назвать защитной реакцией металла на травмирующее воздействие окружающей среды. Но в некоторых случаях подобной защиты оказывается недостаточно. Будучи по природе своей более активным, чем кислород, ион хлора достаточно легко проникает сквозь поры и микротрещины, а также за счет растворения уже сформированных минеральных корок, и вступает во взаимодействие с металлом, ионизируя его и образуя опасные соединения – хлориды. Будучи неустойчивыми по своей природе, хлориды легко растворяются, образуя реакционноспособные ионы хлора. Высвободившиеся при этом ионы металла участвуют в образовании продуктов коррозии как внутри металлического предмета, так и на его поверхности, а несвязанные ионы хлора продолжают разрушать оставшееся металлическое ядро.

МОМЕНТ РАВНОВЕСИЯ. Во время пребывания в земле, в какой-то определенный момент между предметом и окружающей средой устанавливается своего рода равновесие, когда коррозионные процессы затормаживаются настолько, что их можно условно считать

остановившимися. Поэтому во время раскопок из земли часто извлекаются металлические находки, лишь слегка тронутые коррозией, даже после того, как они пролежали в земле несколько сотен лет. Но известны случаи, когда хорошо сохранившиеся, на первый взгляд, предметы буквально рассыпаются в пыль всего за несколько дней после их извлечения из земли. Дело в том, что при резком изменении установившегося равновесия все коррозионные процессы активизируются в связи с нарушением, в первую очередь, водно-кислородного баланса. Особенно чувствительны к подобного рода скачкам предметы с активной коррозией.

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДМЕТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗА. АКТИВНАЯ КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗА

По своей химической природе железо поливалентно, т. е. образует два ряда соединений со степенями окисления +2 и +3. В специальной литературе обычно пишут железо(II) и железо(III). Более устойчивы соединения железа(III). Соединения с разными степенями окисления обладают способностью переходить одно в другое, причем соединения железа(II) стремятся перейти в более устойчивые соединения железа(III). В относительно сухом воздухе (до 55–60 %) железо окисляется, и его поверхность покрывается тонкой черной пленкой оксида железа(II), который довольно быстро трансформируется в сложный оксид железа(II) и (III) $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$, – магнетит, черный, плотный и очень твердый минерал, являющийся одним из основных продуктов коррозии железа. Магнетит со временем переходит в оксид железа(III) Fe_2O_3 , или гематит. Последний, в свою очередь, способен к обратному переходу в магнетит. При отсутствии в воздухе влаги и различных агрессивных соединений железный предмет с течением времени целиком превратился бы в магнетитово-гематитовый монолит, полностью сохранивший форму изделия. К сожалению, в реаль-

ной жизни подобное встречается крайне редко. Под влиянием множества факторов продукты атмосферной коррозии, образующиеся на железных предметах, становятся сложными по составу и находятся в постоянном изменении. Поэтому чаще всего сформировавшийся на поверхности железных предметов оксид железа(III) во влажной атмосфере переходит в оксигидрат железа(III) $\text{FeOON}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$, или лимонит, аморфный минерал желтовато-коричневого цвета. Одновременно на поверхности предмета может происходить другой процесс – образование нестабильного гидроксида железа(II), который быстро окисляется до оксигидрата железа(III), существующего в двух модификациях, соответствующих минералам красно-коричневому гетиту $\alpha\text{-FeOON}$ и оранжевому лепидокрокиту $\gamma\text{-FeOON}$. Обыкновенная ржавчина на железных предметах, как правило, состоит из очень сложной смеси различных оксидов, оксигидратов и гидроксидов железа, способных под воздействием окружающей среды видоизменяться и переходить в другие минералы. В частности, после своего образования лепидокрокит довольно быстро переходит в гетит, а все вместе гидроксиды, включая лимонит и другие, медленно переходят в магнетит и гематит.

Оксиды и оксигидраты железа составляют основу первичных минеральных корок на железных археологических предметах. Визуально практически невозможно отличить минеральные корки, сформированные из оксидов (гематита и магнетита), от минеральных корок, состоящих из оксигидрата (гетита), особенно если последний, под влиянием факторов окружающей среды, формируется в твердом и довольно плотноупакованном виде. В качестве коррозионных образований на железных предметах все эти минералы варьируются по цвету от темно-коричневого до практически черного. Вторичные корки на железных археологических предметах состоят преимущественно из гетита, оксиды встречаются исключительно редко. В качестве вторичных образований гетит может формировать как плотные, так

и исключительно пористые структуры. Очень часто вторичную корку на предметах можно отличить от первичной только по наличию различных мелких включений (частиц минерализованной органики, крупинок кварца и пр.), попадающих в состав вторичной минеральной корки в процессе ее формирования.

Помимо описанных выше оксидов и оксигидратов железа, в составе вторичных минеральных корок на железных предметах найдены и другие соединения железа. В основном это сульфаты, карбонаты и фосфаты, и они, как правило, достаточно устойчивы и не оказывают серьезного влияния на сохранность предмета в постраскопный период. Однако же наличие тех или иных минеральных образований на поверхности железных археологических предметов может служить хорошим диагностическим признаком как для оценки сохранности предметов, так и для выработки стратегии реставрационной обработки.

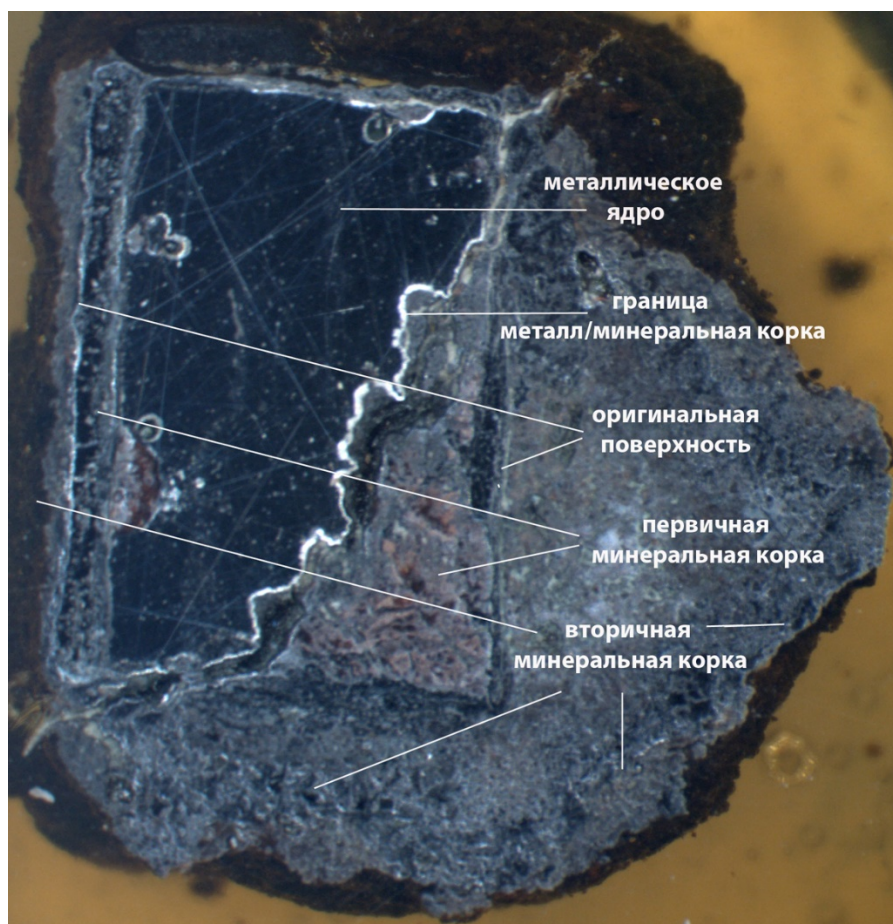
Карбонат железа(II) FeCO_3 – соль железа и угольной кислоты, известный в природе как минерал сидерит, представляет собой белые кристаллы, не растворимые в воде и образующие кристаллогидраты. Среди археологических находок из железа встречается, как правило, на предметах из довольно сухих раскопов с непромывным режимом почв. Это светло-бежевые, твердые и очень хорошо прилегающие к поверхности предметов минеральные образования. Очень часто они покрывают предметы сплошной соляной коркой. Обычно сидерит отлагается на самой поверхности и редко формируется в толще минеральных наслоений на предмете. На тех железных находках, где присутствуют основные карбонаты железа, вторичные минеральные корки довольно тонкие, плотные, почти не искажающие форму предметов. С химической точки зрения основные карбонаты железа стабильны, не склонны переходить в другие соединения с потерей формы и объема, поэтому и на развитие постраскопной коррозии они никакого влияния оказывать не будут. Учитывая тот факт, что удаление карбонатных образований с железных предметов представляет собой трудоем-

кий и травматичный по отношению к реставрируемому предмету процесс, целесообразно не удалять подобные минеральные наслоения с поверхности памятника.

Водный фосфат железа(II) $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, минерал вивианит, сам по себе прозрачный и бесцветный, на воздухе приобретает окраску от серо-синего до черно-синего оттенков. Наличие вивианита является хорошим диагностическим признаком для железных археологических находок, потому что для его формирования требуются определенные условия: сильно увлажненная среда и наличие большого количества гниющей органики в качестве источника фосфатов. Поэтому все железные предметы, покрытые отложениями вивианита, извлекаются из обводненных раскопов с большим количеством органических остатков. Характерная особенность минерализации таких предметов состоит в том, что на них практически не развивается питтинг, коррозия язвами или пятнами. Поэтому, несмотря на то что поверхность таких предметов покрыта толстыми аморфными наслоениями вторичных минеральных корок, полностью искажающими форму предметов, всегда есть шанс в процессе реставрационной обработки расчистить практически идеальную поверхность предметов, сохраняющую все особенности рельефа и финишной обработки, вплоть до следов применяемых инструментов.

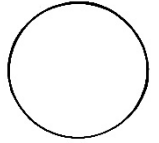
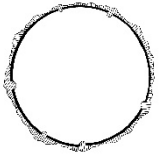
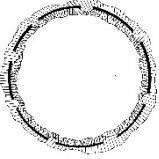
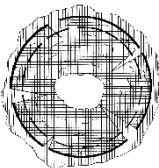

Водный сульфат железа(II) $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, минерал роценит, представляет собой в природе гигроскопичные прозрачные кристаллы зеленого цвета. Основной сульфат калия и железа $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$, более известный как минерал ярозит, имеет различные оттенки желтого, коричнево-желтого и коричневого цветов. На археологических железных предметах оба эти минерала образуют очень характерные рыхлые и сыпучие минеральные образования желтого цвета, по цвету и фактуре напоминающие серу. Обычно отложения сульфатов железа на предметах представляют собой локальные формирования, не распространяясь по всей поверхности. Сульфаты железа могут встре-

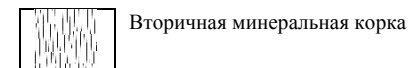
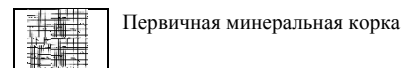
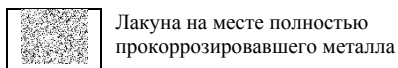
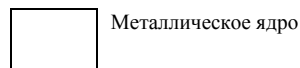
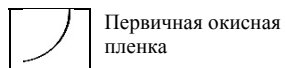
таться как в составе вторичных минеральных корок, так и на поверхности металлического ядра, заменяя собой первичные корки. В местах образования сульфатов оригинальная поверхность предмета не сохраняется. Учитывая особенность локального формирования отложений, можно предположить, что роценит и ярозит образуются на железных находках в результате жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий.



Илл. 1. Структура частично минерализованного железного археологического предмета

СТАДИИ СОХРАННОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ПРЕДМЕТОВ

Стадия окисления	Коррозионная среда	Форма коррозионных наслоений	Вид коррозионных наслоений	Процесс окисления	Продукты окисления	Допустимая мера реставрационного вмешательства
I	Атмосферная коррозия		формирование пленок	Формирование первичной защитной окисной пленки. На первых этапах пленка очень тонкая и визуально воспринимается как потускнение металла. Постепенно утолщаясь, она приобретает черный или темно-коричневый цвет	Черный компактный слой FeO, возможно, через промежуточную стадию Fe ₂ O ₃ (гематит) трансформируется в Fe ₃ O ₄ (магнетит)	Предметы не нуждаются в реставрации. Необходима только консервация. Искусственное окисление поверхности может рассматриваться как консервационная обработка
II				Взаимодействие железа с водой и кислородом с образованием на поверхности гидроксида железа – ржавчины. Пленка ржавчины имеет различные оттенки желтого и рыжего цветов, распределяется по поверхности неравномерно. Параллельно идет развитие питтинговой коррозии, которая разрушает оксидную пленку и растравливает поверхность металла	Гидроксид железа (II) Fe(OH) ₂ окисляется до гидроксида железа (III) Fe(OH) ₃ , который впоследствии трансформируется в один из гидратированных оксидов железа (III) гетит (α-FeOOH) или лепидокрокит (γ-FeOOH)	Возможно применение любых методов очистки: механических; химических; электрохимических; электролитических. После обработки обязательно нанесение защитного консервационного покрытия
III	Почвенная коррозия		формирование корок	Оригинальная граница предмета зафиксирована первичной окисной пленкой. Вглубь предмета идет процесс минерализации, формируя первичную минеральную корку темно-коричневого цвета толщиной 1–2 мм (видимую невооруженным глазом). Поверх первичной корки формируется корка вторичных продуктов коррозии, перемешанных с частицами почвы и пропитанной железными окислами органики. Вторичная корка более пористая и хрупкая, ее цвет во многом зависит от того, в какой почве был захоронен предмет, но преобладают коричневые и светло-коричневые тона	<u>Первичная корка</u> гетит (α-FeOOH), возможно, через гематит Fe ₂ O ₃ трансформируются в магнетит Fe ₃ O ₄ . <u>Вторичная корка</u> гетит (α-FeOOH) + почва и элементы окружающей среды	Допустима химическая очистка. Исключение – наличие декоративной обработки поверхности (инкрустация, золочение, окраска и др.). Стабилизация необходима, допустимы практические все известные методы. Обязательна консервирующее покрытие после стабилизации
IV				Предмет увеличивается в объеме, так как, с одной стороны, продолжающийся у металлического ядра процесс коррозии ведет к увеличению объема первичной минеральной корки, с другой – из-за высокой подвижности ионов железа все больше элементов окружающей среды вовлекаются в процесс роста вторичной минеральной корки. Утрата минеральной корки на этой стадии практически ведет к утрате артефакта, потому что сохранившееся металлическое ядро уже не отражает первоначальную форму предмета	<u>Первичная корка</u> гематит Fe ₂ O ₃ трансформируется в магнетит Fe ₃ O ₄ . <u>Вторичная корка</u> гетит (α-FeOOH) + почва и элементы окружающей среды	Химическая очистка может привести к утрате оригинальной поверхности предмета и сколам минеральной корки. Необходима стабилизация активной коррозии. Допустимы только специальные методы стабилизации, не провоцирующие отслоение и разрушение корок. После стабилизации необходима консервирующая пропитка
V				Предмет полностью минерализован и сильно увеличен в объеме. Минеральная корка растрескалась, трещины заполнены вторичными продуктами коррозии. В центре предмета на месте прокорродировавшего ядра – лакуна, заполненная сыпучими вторичными продуктами коррозии железа. Здесь уже трудно говорить о первичной или вторичной минеральной корке, так как первичная корка – это уже сам артефакт, а вторичная корка – все наслоения на нем. С точки зрения коррозии этот предмет стабилен, так как при отсутствии металла не может быть и процесса коррозии. Однако же форма такого предмета практически полностью скрыта вторичными наслоениями и практически не читается. Кроме того, предмету грозит механическое разрушение	<u>Артефакт</u> магнетит Fe ₃ O ₄ . <u>Вторичная корка</u> гетит (α-FeOOH) + почва и элементы окружающей среды	Предмет нуждается только в механической очистке и выявлении формы. Необходима консервирующая пропитка и укрепляющая мастиковка, так как при испарении влаги и удалении скрепляющих трещины вторичных продуктов коррозии предмет может распасться на части



СТАДИИ СОХРАННОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ПРЕДМЕТОВ

Стадии I и II

В условиях сухой атмосферы без примеси вредных веществ железный предмет покрывается тонкой пленкой черного оксида железа(II) FeO. Этот оксид, являясь соединением железа со степенью окисления +2 и, соответственно, будучи неустойчивым, со временем стремится перейти в более устойчивые соединения. Этими стабильными оксидами железа являются гематит Fe₂O₃ и магнетит Fe₃O₄. Таким образом, на предмете формируется устойчивая пленка первичного окисления, которая надежно фиксирует оригинальную поверхность предмета, сохраняющуюся в большинстве случаев в толще коррозионных наслоений на археологических находках. Благодаря этой сформировавшейся когда-то пленке можно в процессе реставрации выявить оригинальную форму предмета, который к моменту его извлечения из земли полностью превратился в минерал. Замечено, что чем тщательнее проводилась технологическая обработка поверхности предмета при его изготовлении (в частности шлифовка и полировка), тем лучше читается впоследствии оригинальная поверхность.



Илл. 2. Первая стадия сохранности железа

Момент, когда на предмете сформировалась пленка первичного окисления, можно считать первой стадией сохранности железных предметов. С реставрационной точки зрения такие предметы не нуждаются ни в очистке, ни в стабилизации активной коррозии, за неимением таковой. Оксидная пленка не провоцирует дальнейшего разрушения предмета и в условиях сухой атмосферы даже выполняет определенную защитную функцию. Однако дополнительное защитное покрытие на такой предмет нанести все-таки желательно, так как оно поможет предохранить предмет от попадания пыли и воздействия вредных газов. Любое защитное покрытие должно быть обратимо и не должно содержать вредных примесей, способных спровоцировать новую вспышку коррозии.



Илл. 3. Вторая стадия сохранности железа

При наличии влаги на поверхности металла будет развиваться процесс коррозии. Поэтому для второй стадии характерно формирование более значительного по толщине и более сложного по своему составу и структуре слоя продуктов коррозии. В состав этого слоя, помимо оксидов, входят гидроксиды железа $\text{Fe}(\text{OH})_2$ и $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и гидратированные оксиды железа (III) – желтый гетит $\alpha\text{-FeOOH}$ и светло-оранжевый лепидокрокит $\gamma\text{-FeOOH}$. По мере утолщения равномерная структура оксидной пленки нарушается, что приводит к образованию дефектов в виде трещин и пор. Нарушение равномерности оксидной пленки провоцирует развитие локальных разрушений на поверхности металла (например, питтингов). На второй стадии сохранности все коррозионные процессы по-прежнему происходят на поверхности предмета, проникновение вглубь идет только локально, в виде питтингов и язв, а не равномерно по всей поверхности. Подобные предметы уже нуждаются в очистке и защите поверхности от дальнейшего

окисления. За исключением случаев, когда на предмете присутствует декоративное покрытие, роспись, которую надо сохранить, инкрустация или другая отделка, на второй стадии сохранности можно применять любые способы очистки – механические, химические, электрохимические – разработанные и протестированные специально для очистки предметов декоративно-прикладного искусства из железа. Даже удаляя продукты коррозии вместе с окисной пленкой, мы не нанесем на данной стадии непоправимого вреда предмету. В стабилизации такие предметы, как правило, не нуждаются, так как коррозия носит поверхностный характер и активные ее элементы удаляются при очистке предмета. Защитное же покрытие – лаковое или восковое – в данном случае надо нанести обязательно.

Стадии III, IV и V

Дальнейшее развитие коррозии происходит уже после попадания предмета в землю, где развивается уже не атмосферная, а почвенная коррозия. По схеме, после попадания железного предмета в почву, он очень быстро оказывается на третьей стадии сохранности, потом переходит в четвертую и, наконец, в последнюю, пятую. Почвы являются растворами электролитов, и их агрессивность по отношению к предметам из железа определяется пористостью (аэрацией), влажностью, наличием растворимых соединений и кислотностью-щелочностью (рН). Формирующиеся в этих условиях продукты коррозии образуют уже не пленки, а корки. Более того, если при атмосферной коррозии формирование ее продуктов шло в основном на поверхности, т. е. поверх пленки первичного окисления, то при почвенной коррозии к процессам, идущим на поверхности предмета, подключаются еще и внутренние. Иными словами, слой продуктов коррозии начинает расти не только наружу, но и внутрь самого предмета. В этом случае оригинальная поверхность предмета фиксируется

пленкой первичного окисления – она обычно сохраняется и в большинстве случаев может быть раскрыта в процессе реставрационной обработки. Под пленкой первичного окисления идет активное формирование оксидов и оксигидратов железа, в конечном итоге переходящих в магнетит, который постепенно замещает металл, сохраняя при этом форму самого предмета. Первичная пленка как бы утолщается внутрь предмета, постепенно замещая металл его оксидом и образуя первичную корку до тех пор, пока весь металл не превратится в минерал. Эту часть процесса коррозии уже можно назвать процессом минерализации металла. По окончании процесса минерализации мы получим, по сути, кусок минерала, похожего на железный предмет, который только условно можно назвать железным. Но пока в предмете сохраняется металлическое ядро, процесс коррозии будет продолжаться и разрушать этот предмет. Поверх же пленки первичного окисления формируется вторичная корка продуктов коррозии железа, которая в большинстве случаев состоит из гетита $\alpha\text{-FeOOH}$, смешанного с пропитанными окислами железа частицами почвы и другими элементами окружающей среды. Таким образом, оригинальная поверхность предмета оказывается скрытой в толще коррозионных наслоений между первичной и вторичной минеральной коркой. Оригинальную поверхность трудно выделить по цветовым характеристикам – оксиды железа, формирующие первичную корку, имеют черный и темно-коричневый цвета, но такие же оттенки приобретает и вторичная корка, особенно на границе с первичной. Кроме того, из-за неравномерности развития коррозии на первых стадиях окисления первичная корка будет неровной, бугристой и с провалами, что сильно затрудняет расчистку поверхности. Пленка первичного окисления как бы служит границей раздела, по которой вторичная корка будет легче откалываться от первичной, а не тянуть ее за собой. В некоторых случаях определенная химическая обработка способствует луч-

шему отделению вторичной корки, однако применение подобной обработки довольно рискованно и требует хорошего знания материала.



Илл. 4. Третья стадия сохранности железа

Сформировавшаяся на третьей стадии сохранности первичная корка магнетита еще очень тонка, но на сломах ее уже можно различить невооруженным взглядом – ее толщина достигает 1–2 мм. Очень часто поверхность предмета выглядит как металлическая, но потемневшая от окисления и покрытая пятнами ржавчины, и увидеть минеральную корку можно только в местах ее утраты. Иногда ее можно диагностировать по специфической бугристости поверхности предмета и растрескиванию. Возможны случаи, когда первичная корка формируется из гетита, постепенно переходящего в магнетит. Вторичная корка гетита также еще довольно тонка, но к ней уже могут пристать пропитанные окислами железа остатки органики и частицы почвы. Утрата первичной минеральной корки с оригинальной по-

верхностью предмета во время его залегания в земле или уже после изъятия на этой стадии сохранности нежелательна, но и не катастрофична, потому что оставшееся металлическое ядро еще сохраняет форму самого предмета. Поэтому на третьей стадии сохранности, в случае необходимости, можно применить, помимо механической, также и химическую или легкую электрохимическую очистку на основе щелочей. Применение кислот крайне нежелательно, так как они могут не только легко разрушить тонкую минеральную корку, но и проникнуть под нее, растворяя сам металл и провоцируя ее отслоение вместе с оригинальной границей предмета. Здесь, как правило, уже требуется стабилизировать активную коррозию, причем – так же, как в случае с очисткой, – допустимо применение практически любых, даже довольно жестких способов. Предметы на данной стадии сохранности нуждаются уже не столько в защитном покрытии, сколько в укреплении, так как корка продуктов коррозии, достаточно устойчивая к воздействию окружающей среды, является хрупкой и может со временем отколоться.



Илл. 5. Четвертая стадия сохранности железа

Четвертая стадия сохранности является самой опасной для целостности предмета. На этой стадии первичная минеральная корка проникает уже далеко вглубь предмета и достигает значительной толщины, но металлическое ядро еще сохраняется, хотя уже не отражает оригинальную форму предмета. Сам предмет начинает увеличиваться в объеме, как за счет роста вторичной минеральной корки, так и вследствие коррозии металлического ядра. На этой стадии сохранности утрата первичной минеральной корки может привести к полной утрате первоначальной формы предмета. А корка рано или поздно утратится, потому что, пока присутствует металлическое ядро, процесс коррозии будет продолжаться, причем интенсивность его значительно усилится в постраскопочный период вследствие изменения условий окружающей среды. На данной стадии сохранности применение каких-либо других методов очистки, кроме механической, недопустимо. Но обязательно требуется стабилизация активной коррозии, причем довольно мягким способом, таким, например, как обработка в щелочном сульфите или же применение одного из методов превентивной консервации, потому что более жесткие способы могут привести к утрате минеральной корки и, соответственно, оригинальной границы предмета. Из консервационных техник здесь, так же, как и на третьей стадии, требуются структурное укрепление и укрепляющая мастиковка.



Илл. 6. Пятая стадия сохранности железа

На пятой стадии железный предмет полностью минерализуется, металлическое ядро не сохраняется, и с химической точки зрения его можно считать стабильным, так как нечему больше корродировать. Единственное, что может угрожать такому предмету, это механическое разрушение. Как правило, полностью минерализованные предметы извлекают из земли в виде кома, форма которого скрыта вторичной коррозионной коркой. Но и первичная минеральная корка (а точнее – сам минерализованный предмет) является сильно увеличенной в объеме и растрескавшейся. Такие предметы иногда невозможно достать из грунта без потерь. Известны случаи, когда такой предмет распадается на части после извлечения его из земли, по мере того как он высыхает. Для того, чтобы сохранить подобные находки, с ними

иногда приходится начинать работать еще в раскопе. Характерной особенностью минерализованного железа является то, что сломанные и разрозненные фрагменты практически невозможно соединить встык, так как поломки сопровождаются расслоением, а сколы еще и выкрашиваются. Поэтому извлекать предмет из земли необходимо, предварительно его укрепив и сохранив взаимное расположение всех фрагментов. Из-за таких находок приходится иногда нарушать классический порядок реставрации, когда сначала идет очистка, а потом уже консервация. Предметы на пятой стадии сохранности не надо стабилизировать, потому что стабилизировать, по сути, нечего. И, конечно же, любые другие способы очистки, кроме механической, просто исключаются.

ПОСТРАСКОПОЧНАЯ КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ПРЕДМЕТОВ

После извлечения железных предметов из земли происходит резкое изменение условий окружающей среды, и в первую очередь нарушается баланс между кислородом и водой. Предметы получают своего рода кислородный шок, благодаря которому резко активизируется процесс окисления соединений, как формирующих минеральную корку, так и находящихся в виде раствора в порах предмета, и идет формирование новых продуктов коррозии. Самым «опасным» соединением железа, формирующимся в этот постраскопочный период, является акаганит β -FeOОН.

Формирование акаганита в постраскопочный период связано с наличием соединений хлора в продуктах коррозии и проникновением кислорода воздуха через дефекты минеральных корок. Ионы хлора Cl^- играют роль своего рода активатора, принимая участие в формировании продуктов коррозии только при высоких концентрациях. Акаганит формируется на металлическом ядре железных пред-

метов даже при относительной влажности 18 %. Сам он не является хлоридом железа, но может формироваться только в присутствии ионов хлора. Красно-бурый порошок акаганита высаживается на границе между минеральной коркой и металлическим ядром, и этот процесс оказывает двойное действие: образование твердой фазы провоцирует растрескивание минеральной корки, а повышение кислотности раствора способствует растворению слоя магнетита. Все это провоцирует отслаивание минеральной корки и ведет к потере оригинальной поверхности предмета (рис. 6). В конечном итоге мы теряем железный предмет как источник информации, получая только металлическую сердцевину (которая к тому же продолжает корродировать) и разрозненные фрагменты минеральной корки, которые собрать обратно практически невозможно.

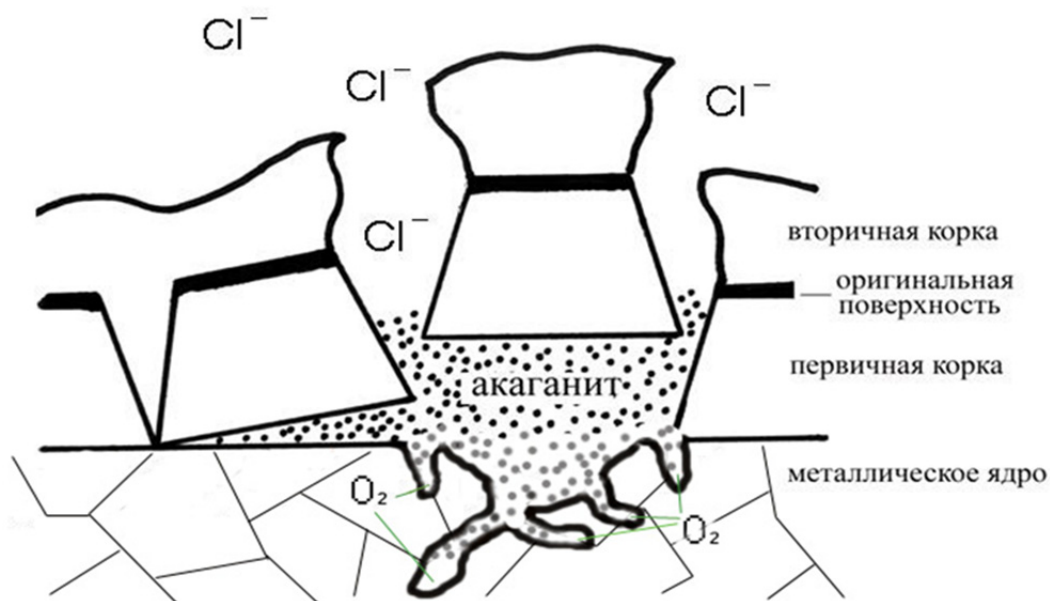


Рис. 6. Формирование акаганита и отслоение минеральных корок с железных археологических предметов

В подавляющем большинстве случаев в порах минеральных корок на железных предметах, извлекаемых из земли на III и IV стадиях окисления, имеется ион хлора. Поэтому процессы разрушения возможны даже при относительно низких показателях влажности. Един-

ственная возможность предотвратить разрушение предмета – поместить его на постоянное хранение при специальных условиях или же незамедлительно начать стабилизирующую обработку.



Илл. 7. Отслоение минеральных корок под действием активной коррозии

Известны случаи, когда коррозия возобновляется и после стабилизирующей обработки. Это связано со свойством иона хлора накапливаться на определенных участках на границе между минеральной коркой и металлическим ядром. Однако же такие случаи единичны, и возобновление коррозии происходит локально на ограниченных участках, и подобные вспышки сравнительно легко устраняются повторной стабилизирующей обработкой, не причиняя существенного ущерба целостности предмета. Чтобы сократить до минимума возможные случаи возобновления коррозии, железные археологические предметы, прошедшие реставрационную обработку, необходимо хранить при постоянной температуре и влажности, не превышающей 50–55 %, а также периодически осматривать хранение.

РАЗДЕЛ 2

МЕТОДЫ РЕСТАВРАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ПРЕДМЕТОВ

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ИНСТРУКЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Все методы реставрации и консервации археологического и этнографического металла можно разделить на три группы (табл. 2):

- методы удаления поверхностных наслоений;
- методы стабилизации;
- методы консервации.

Каждую группу методов, в свою очередь, можно разделить на несколько видов реставрационной обработки, в зависимости от целей и задач реставрации, а также исходя из применяемых материалов, инструментов и оборудования. Выстраивать стратегию реставрации и выбирать тот или иной метод реставрационной обработки следует только после всестороннего изучения состояния сохранности памятника.

Классификация методов реставрации
археологического и этнографического металла

МЕТОДЫ РЕСТАВРАЦИИ МЕТАЛЛА								
Удаление поверхностных слоев				Стабилизация		Консервация		
Механическая очистка и расчистка	Химическая очистка	Электрохимическая и электролитическая очистка	Ультразвуковая очистка	Приведение предмета в устойчивое состояние (активная стабилизация)	Превентивная консервация (пассивная стабилизация)	Нанесение защитного покрытия	Структурное укрепление (пропитка)	Укрепляющая мастиковка. Восполнение утрат

Механическая очистка – это удаление почвенных, пылевых и органических загрязнений с поверхности предметов с помощью щетинных и металлических щеток, кистей и ватных тампонов. Для механической очистки допустимо применение электромеханического оборудования – бормашины или шлифмотора, но только со сравнительно мягкими щетками. Для облегчения механической очистки могут применяться растворители.

Расчистка – это удаление с поверхности предмета стойких загрязнений и вторичных продуктов коррозии с целью выявления формы предмета, особенностей его поверхности или декоративной обработки. В отличие от очистки, расчистка подразумевает более жесткое воздействие на коррозионные структуры памятника с помощью абразивных инструментов – алмазных и коррундовых боров, шлифовальных головок и пр. Расчистка предметов проводится в основном с по-

мощью электромеханического оборудования – бормашины или шлифмотора.

Химическая очистка металлических предметов – это физико-химический процесс удаления стойких загрязнений и продуктов коррозии с поверхности предметов с использованием воды, моющих средств, водных растворов кислот, щелочей или комплексообразующих соединений. Очистка с помощью водных растворов кислот, щелочей или комплексообразующих соединений может сильно повредить натуральную патину и первичную минеральную корку на предметах вплоть до полного их уничтожения.

Электрохимическая очистка осуществляется при помощи катодного удаления продуктов коррозии без внешнего источника тока. Для этого составляется электрохимическая система из предмета, который необходимо очистить, металла, обладающего более положительным электрическим потенциалом, согласно ряду напряженности металлов, и электролита. Благодаря разности потенциалов двух металлов получается гальваническая пара, и в присутствии электролита возникает электрический ток. В этом случае менее благородный металл будет корродировать, а на реставрируемом предмете ионы металла будут восстанавливаться из продуктов коррозии, и сам предмет будет освобождаться от ее продуктов.

Электролитическая очистка или электролитическое восстановление осуществляется при помощи катодного удаления продуктов коррозии с приложением внешнего источника тока. Метод рекомендуется к применению в исключительных случаях. Главным недостатком этого метода является то, что он слишком эффективен и очищает предмет от абсолютно всех наслоений, включая и благородную патину. В современной реставрации не принято очищать этнографические и тем более археологические предметы до чистого металла. Категорически не рекомендуется применение электролитической очистки по

отношению к предметам с инкрустацией, позолотой, лаковыми покрытиями, пастами, росписями и другими видами отделки.

Стабилизация в реставрации подразумевает приведение в устойчивое состояние всех образующих памятник веществ. Стабилизация может быть как активная, что подразумевает вмешательство в структуру обрабатываемого предмета, так и пассивная, больше известная как превентивная консервация. Для металлических предметов активная стабилизация – это уменьшение скорости коррозии сохранившегося металлического ядра путем понижения уровня концентрации активаторов коррозии на границе металл-минеральной корки, на поверхности и в порах металла. Превентивная консервация – это комплекс мер, направленных на создание благоприятной для сохранности произведений окружающей среды. В понятие превентивной консервации входят: контроль над температурно-влажностным режимом в музейных помещениях и условиями хранения и экспонирования; меры безопасности при транспортировке культурных ценностей; все аспекты защиты от биологических агентов, неправильного освещения, атмосферных загрязнений, оседающих на поверхности памятника и т. д.

Консервация в реставрации металла подразумевает:

- комплекс мер, призванных защитить предмет от воздействия окружающей среды путем нанесения консервирующего покрытия;
- предотвращение самопроизвольного механического разрушения предмета в условиях хранения и экспонирования.

Для консервирующего покрытия обычно используются обратимые растворы пленкообразующих полимеров, наносимые на поверхность предмета с помощью кистей, тампонов, пульверизаторов и пр. Для предотвращения самопроизвольного разрушения предмета используются следующие приемы: структурное укрепление путем многократной пропитки обратимыми растворами пленкообразующих полимеров; укрепляющая мастиковка ослабленных участков; восполнение утрат; дублировка ослабленных участков; монтаж на основу.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ И РАСЧИСТКИ

Механическая очистка подразумевает удаление почвенных, пылевых и органических загрязнений с поверхности предметов. Все работы по очистке металлических предметов следует начинать именно с механической очистки.

Механическая очистка может проводиться как сухим способом, так и с помощью органических растворителей. Допустимо применение технических средств, таких, например, как бормашина, а для больших предметов можно использовать шлифмотор с соответствующими насадками. Сухим способом, вручную или с помощью технических средств, удаляются почвенные и пылевые загрязнения, а с помощью растворителей удаляются органические загрязнения.

Начинать механическую очистку следует с самых мягких способов воздействия (мягкие щетинные кисти, ватные тампоны), постепенно переходя к более жестким (жесткие щетинные и металлические крацовочные щетки).

Очистка с помощью растворителей. При подборе растворителей нужно очень внимательно относиться к тем предметам, на которых есть декоративное покрытие в виде красочного или лакового слоя. На этих предметах, прежде всего, надо сделать пробы и выбрать те растворители, которые не воздействуют на лаковый или красочный слой. Выбор растворителя производится по принципу «подобное растворяется в подобном». На этнографических и археологических предметах, долго пролежавших в хранении, могут образоваться жировые и пылевые загрязнения. Их можно удалить неполярными растворителями, такими, как уайт-спирит или этилцеллозольв. Если загрязнения трудноудаляемые, можно сделать компрессы на несколько минут и даже часов – ни один растворитель не уберет «слишком много» с металла, только грязь и сыпучие продукты коррозии, а патина,

позолота, серебрение, чернение и другие декоративные техники останутся на месте, если они не лежат поверх загрязнений и продуктов коррозии. Почвенные загрязнения можно удалять полярными растворителями, например, спиртом. Очистку растворителями лучше производить не только ватными тампонами, но и жесткими щетинными, латунными, стальными щетками или щетками из стекловолокна. Все эти щетки продаются в виде карандашей со сменными вставками, например, в магазинах таких фирм, как Vergeon или Augusta, занимающихся часовым оборудованием. При необходимости похожие щетки можно изготовить самостоятельно.

Если после очистки щетками с растворителями на поверхности металла остается белесый налет – значит, загрязнения удалены не полностью. Один растворитель удаляет один вид загрязнений. Поэтому для подобной очистки рекомендуется применять широкий спектр растворителей.

Очистка с помощью бормашины. Для сухой механической очистки можно использовать бормашину с щетинными, латунными или стальными щетками-насадками. Для очистки предметов достаточно использовать бормашины мощностью 60–120 Вт, например, фирмы “Ргоххон”, с цанговым держателем, рассчитанным на разные насадки. Эти машинки недорогие, легкие, транспортабельные и удобные в обращении. Начинать очистку следует с самых мягких щеток, а если они оказываются недостаточно эффективными – переходить на более жесткие. Щетинные щетки вреда не нанесут, однако использование их на большой скорости и с большим давлением может стереть тонкий слой патины (заполировать). Стальные щетки могут оцарапать более мягкие цветные и драгоценные металлы, однако все продукты коррозии тверже этих металлов, поэтому минеральные корки даже на мягких металлах вполне можно чистить стальными щетками. Латунные щетки истираются о более жесткие поверхности, оставляя

на них желтый некрасивый налет. Поэтому латунными щетками можно чистить только латунь и серебро.

Механическая расчистка. Механическая расчистка подразумевает удаление с поверхности предмета стойких загрязнений и вторичных продуктов коррозии с целью выявления формы предмета, особенностей его поверхности или декоративной обработки. Механическая расчистка применяется в тех случаях, когда механическая очистка предмета оказывается недостаточно эффективной. Механическая расчистка также может производиться всухую, с помощью растворителей или с применением бормашины. При механической расчистке для удаления нежелательных наслоений, помимо щетинных и металлических щеток, кистей и ватных тампонов, применяются также скальпели, коррундовые или алмазные боры. При проведении механической расчистки всегда следует помнить – то, что мы удаляем, обратно не вернуть. И при выборе обработки необходимо прежде всего быть уверенным в том, что данный способ принесет больше пользы, чем вреда.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

Химическая очистка металлических предметов – это физико-химический процесс удаления стойких загрязнений и продуктов коррозии с поверхности предметов с использованием воды, моющих средств, водных растворов кислот, щелочей или комплексообразующих соединений.

Существует ряд правил, которые необходимо помнить и соблюдать при химической очистке предметов:

1. Общим условием при химической очистке является постоянный контроль над процессом удаления продуктов коррозии. Предмет нельзя оставлять в растворе на длительное время, его необходимо периодически вынимать, осматривать и промывать проточной водой.

Также периодически удаляют с предмета разрыхленные и труднорастворимые продукты. Необходимо следить за тем, чтобы реакция протекала равномерно по всей поверхности, и для этого как можно чаще проводить промежуточную механическую очистку. Предмет всегда должен быть полностью погружен в раствор, иначе по ватерлинии произойдет растравливание металла. Необходимо помнить, что повышение температуры раствора ускоряет процесс очистки, а перемешивание создает условия для равномерного очищения поверхности металла.

2. Все реактивы, применяемые при реставрации, не должны оказывать разрушающего действия на металлы и другие материалы предмета. Применяемые растворы должны иметь допустимый уровень концентрации, и предпочтение должно отдаваться наиболее щадящим реактивам, даже если это будет связано с более длительными затратами времени.

3. Все растворы для очистки вырабатываются и насыщаются растворенными солями, поэтому они не должны использоваться на протяжении длительного времени.

4. Химическая очистка не требует сложного оборудования. Важно, чтобы используемые посуда и емкости были устойчивы к действию применяемых растворов. Для извлечения и погружения предметов в растворы применяют всевозможные металлические и пластмассовые пинцеты, зажимы или индивидуально изготовленные простые приспособления. Важно, чтобы инструмент не вступал в реакцию с раствором.

5. После химической очистки все предметы без исключения должны быть тщательно промыты, ни в коем случае нельзя оставлять на экспонате даже минимального количества химреактивов. После обработки поверхность металла представляет собой микроскопически пористую поверхность, которая удерживает остатки реактивов. Поэтому все предметы необходимо сначала промыть под струей теплой

проточной воды, используя при этом щетинные щетки, затем, особенно после щелочной обработки, применить контрастную промывку с частой сменой горячей и холодной воды, а в конце – промыть в дистиллированной воде. Кроме того, промывка сама по себе является методом очистки.

6. После промывки предметы необходимо сразу просушить, так как остатки влаги будут провоцировать окисление металла. Для этого предметы сначала протираются хлопчатобумажной тканью, а затем просушиваются в термостате под струей теплого воздуха или с помощью этилового спирта.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ РЕСТАВРАЦИИ

За многолетнюю реставрационную практику были выработаны критерии выбора полимеров для реставрации. Универсального полимера для всех без исключения случаев, подходящего и для пропитки, и для прочной склейки, не существует. Поэтому в каждом конкретном случае надо руководствоваться тем, каково назначение того или иного полимера и какие его качества наиболее важны в данный момент.

М.К. Никитин и Е.П. Мельникова в своей работе «Химия в реставрации» рекомендуют следующие критерии выбора полимеров:

1. Обратимость – возможность удаления полимера из материала экспоната с помощью соответствующих растворителей. Это свойство должно сохраняться в течение продолжительного времени. В большинстве случаев оно относится к мастикам и лакам. Следует учитывать, то введенные в капиллярно-пористую структуру реставрируемого материала полимеры, даже в том случае, если в них не произойдет структурных изменений, ухудшающих растворимость, не могут быть удалены из пор материала полностью.

2. Паро- и воздухо непроницаемость. Это требование является главным для защитных пленок. На предметах из металла подобные пленки нужно по возможности исключать или, по крайней мере, сводить до минимума контакт компонентов среды с защищаемой поверхностью. Известно, что полярные полимеры (поливинилацетат, полиметакрилаты, полиамиды и др.) обладают большей влагонепроницаемостью, чем неполярные (полиэтилен, полистирол и др.)

3. Отсутствие вредных добавок – отсутствие в полимере групп, способных реагировать с материалом экспоната, и исключение возможности появления таких групп при пропитке и длительном контакте полимера с материалом экспоната.

4. Долговечность – один из наиболее существенных параметров при выборе полимеров для реставрации. В идеале долговечность реставрационного материала должна соответствовать ожидаемому социально значимому времени существования реставрируемого объекта.

5. Адгезионные свойства, обеспечивающие прочное соединение полимера с материалом экспоната. При этом прочное соединение с материалом памятника должно сохраняться на протяжении долгого времени и в музейных условиях, и в условиях перепада температуры и влажности на открытом воздухе – в зависимости от того, где хранится памятник.

6. Хорошая растворимость в малотоксичных органических растворителях.

7. Бесцветность и прозрачность полимерной пленки на поверхности материала должны обеспечивать неизменность цветотональной характеристики реставрируемого объекта. Помимо этого, лаковые пленки должны быть устойчивы к свету.

СБОРНИК ИНСТРУКЦИЙ
по реставрации и консервации
археологических и этнографических предметов из железа

ИНСТРУКЦИЯ Ж-1
Механическая очистка и расчистка
археологических и этнографических предметов из железа

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Вытяжное оборудование.
2. Шлифмотор.
3. Бормашина ювелирная.
4. Крацовки для бормашины стальные.
5. Крацовки для бормашины щетинные.
6. Щетки для шлифмотора стальные.
7. Щетки для шлифмотора щетинные.
8. Головки для бормашины алмазные спеченные.
9. Головки для бормашины шлифовальные абразивные.
10. Кисти щетинные.
11. Щетки щетинные.
12. Скальпели.
13. Ватные тампоны.
14. Хлопчатобумажные и бумажные салфетки.
15. Органические растворители.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Под механической очисткой археологических и этнографических предметов из железа подразумевается удаление с их поверхности пылевых, почвенных и органических загрязнений, а также сыпучих продуктов коррозии.

2. Механической очистке подвергаются все железные археологические и этнографические предметы, поступившие в реставрацию.

3. На предметах, нуждающихся в химической очистке (Инструкции Ж-2 и Ж-3), электролитической очистке (Инструкция Ж-4) и стабилизационной обработке (Инструкции Ж-5, Ж-6, Ж-7 и Ж-8), механическая очистка проводится до, при необходимости в процессе и после химической или стабилизационной обработки перед ингибированием.

4. Механическая очистка от пылевых загрязнений производится с помощью щетинных кистей и щеток, хлопчатобумажных или бумажных салфеток и ватных тампонов, смоченных в органическом растворителе. Использование воды и водных растворов не допускается.

5. Механическая очистка от органических загрязнений производится с помощью ватных тампонов, смоченных в органическом растворителе.

6. Механическая очистка от пористых и сыпучих продуктов коррозии производится с помощью щетинных кистей и щеток, иногда с применением скальпеля, а также с помощью бормашины стальными и щетинными крацовками. Крупные железные предметы могут очищаться с помощью шлифмотора со стальными и щетинными щетками. Использование латунных щеток для крацевания железных предметов не допускается.

7. Под механической расчисткой археологических предметов из железа подразумевается удаление частично или полностью вторичной минеральной корки на предмете с целью выявления формы предмета, деталей и особенностей рельефа или инкрустации. Механическая расчистка особо твердых коррозионных образований, скрывающих форму предмета или особенности декоративной обработки поверхности (инкрустацию, насечку, плакирование другими металлами и др.), производится с помощью бормашины абразивными шлифовальными головками или спеченными алмазными борами, стальными

и щетинными щетками до полного или частичного выявления формы предмета, рельефа или декоративной обработки поверхности. В исключительных случаях для выявления формы предмета допустимо использование техники скалывания.

8. На предметах, нуждающихся в химической или стабилизационной обработке, механическая расчистка может проводиться как до, так и после обработки, перед ингибированием и консервацией.

9. Для полностью минерализованных археологических предметов из железа на IV и V стадиях сохранности в случаях, когда они распадаются на фрагменты и существует угроза их утраты в процессе расчистки, допускается предварительная их пропитка растворами полимеров в соответствии с Инструкцией Ж-12 данного сборника. Все работы по расчистке археологических предметов из железа после структурного укрепления могут проводиться только реставратором высокой квалификации.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-2

Очистка археологических и этнографических предметов из железа в растворе лимонной кислоты

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Вытяжная установка.
2. Сушильный шкаф.
3. Весы.
4. Мойка.
5. Дистиллированная вода.
6. Кислота лимонная в гранулах.
7. Этанол (этиловый спирт).
8. Моющее средство «Прогресс».
9. Универсальный индикатор кислотности или рН-метр.
10. Щетки щетинные.
11. Марля или хлопчатобумажная ткань.
12. Перчатки резиновые.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА

Для приготовления **5%-го раствора лимонной кислоты** 50 г гранул лимонной кислоты всыпать, помешивая, в 1 л дистиллированной воды. Перемешивать до полного растворения гранул кислоты.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Очистке в 5%-ом растворе лимонной кислоты подвергаются выборочные предметы из железа на II стадии сохранности, когда не требуется сохранение на них оксидной пленки.

2. Железные предметы, прочно соединенные с органическими материалами, очистке в растворе лимонной кислоты не подвергаются.

3. Железные предметы, прочно соединенные с неорганическими неметаллическими материалами, могут очищаться тампонами, смоченными в растворе лимонной кислоты.

4. Предметы, предназначенные для очистки в растворе лимонной кислоты, должны пройти предварительную механическую очистку, а при необходимости – механическую расчистку, согласно Инструкции Ж-1 данного сборника.

5. Перед обработкой в растворе кислоты все предметы необходимо обезжирить. Простое обезжиривание осуществляется с помощью этанола – предмет тщательно протирается ватными тампонами, смоченными в нем. Для удаления устойчивых жировых загрязнений предмет необходимо промыть в теплой воде при помощи моющего средства «Прогресс» и щетинных щеток, а после этого протереть тампонами, смоченными в этаноле

6. Для очистки в растворе лимонной кислоты предметы погружаются в 5%-ный ее раствор на 3–5 мин. Затем предметы вынимаются из раствора и промываются при помощи щетинных щеток под струей проточной воды. При необходимости погружение можно повторить.

7. Для очистки без погружения предмет быстро протирают ватными тампонами, смоченными в растворе лимонной кислоты, а затем сразу промывают под проточной водой, используя щетинные щетки.

8. После кислотной очистки предметы промываются в дистиллированной воде, пока кислотная реакция не станет нейтральной. Качество промывки проверяется универсальным индикатором кислотности или электронным рН-метром.

9. После промывки предметы вытираются марлей или хлопковой тканью и на несколько часов (не менее двух) помещаются в термостат для просушки при температуре до 100 °С.

10. После просушки проводится повторная механическая очистка с помощью бормашины или шлифмашины жесткими щетинными щетками. При необходимости можно сделать полировку поверхности предмета.

11. После механической очистки следует провести консервацию предметов в соответствии с Инструкцией Ж-12 или Ж-14 данного сборника.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-3

Очистка археологических и этнографических предметов из железа в растворе гидроксида натрия

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Вытяжная установка.
2. Сушильный шкаф.
3. Весы.
4. Мойка.
5. Дистиллированная вода.
6. Гидроксид натрия NaOH.
7. Кислота лимонная.
8. Универсальный индикатор кислотности или pH-метр.
9. Скальпели.
10. Щетки щетинные.
11. Бумажные полотенца или ветошь.
12. Перчатки резиновые.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА

1. Для приготовления **5%-го раствора гидроксида натрия** в 1 литр дистиллированной воды всыпать, помешивая, 50 г гидроксида натрия. Реакция является экзотермической, поэтому следует использовать термоустойчивую стеклянную, пластиковую или керамическую посуду.

2. Для приготовления **2%-го раствора лимонной кислоты** 20 г гранул лимонной кислоты всыпать, помешивая, в 1 л дистиллированной воды. Перемешивать до полного растворения ее гранул.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Очистке в растворе гидроксида натрия подвергаются предметы из железа на II и III стадиях сохранности, если предварительное об-

следование предмета обнаружило (на III стадии сохранности) плотное прилегание первичной минеральной корки к металлическому ядру.

2. Железные предметы, прочно соединенные с органическими материалами или неорганическими материалами, не выдерживающими обработку щелочными растворами, очистке в растворе гидроксида натрия не подвергаются.

3. Предметы, предназначенные для очистки в растворе гидроксида натрия, перед погружением в раствор должны пройти предварительную механическую очистку, а при необходимости – механическую расчистку, согласно Инструкции Ж-1 данного сборника.

4. Для очистки в растворе едкого натра предметы помещаются в стеклянную или пластиковую емкость с 5%-ным раствором гидроксида натрия в дистиллированной воде. Емкость с обрабатываемыми предметами должна быть закрыта крышкой и находиться в вытяжном шкафу. Срок погружения предметов в раствор – от 1 до 24 ч, при необходимости погружение можно повторить.

5. По истечении срока погружения предметы вынимаются из раствора и промываются при помощи щетинных щеток под струей теплой проточной воды. Затем для нейтрализации щелочи предметы погружаются на 1–3 мин в 2 %-ный раствор лимонной кислоты, а после промываются попеременно в теплой и холодной воде (контрастная промывка), пока кислотная реакция не станет нейтральной. Окончательная промывка должна осуществляться в дистиллированной воде. Качество промывки проверяется универсальным индикатором кислотности путем прикладывания его к предмету. При окрашивании индикатора в синий цвет (щелочная реакция), следует повторить нейтрализацию и промывку.

6. После промывки предметы вытираются марлей или хлопковой тканью и на несколько часов (не менее двух) помещаются в термостат для просушки при температуре до 100 °С.

7. После просушки предметов производится тестирование активной коррозии во влажной камере, сроком от 1 до 3 суток. В случае обнаружения активной коррозии необходимо провести стабилизирующую обработку предметов в соответствии с Инструкциями Ж-5, Ж-6, Ж-7 и Ж-8 данного сборника.

8. Если тестирование не выявило активной коррозии, необходимо повторить просушку предметов.

9. После просушки следует провести ингибирование поверхности предметов танином в соответствии с Инструкцией Ж-9 или Ж-10 данного сборника.

10. После просушки следует провести консервацию предметов в соответствии с Инструкциями Ж-11 и Ж-12 данного сборника.

11. При необходимости после консервации можно провести укрепляющую мастиковку и восполнение утрат в соответствии с Инструкцией Ж-13 данного сборника.

12. При необходимости после консервации реставрационной смолой «Паралоид В-72» можно сделать матирование поверхности предмета в соответствии с Инструкцией Ж-14.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-4
Электролитическая очистка
этнографических предметов из железа

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Источник постоянного тока до 10 А/дм².
2. Пластиковая ванна.
3. Медные или латунные штанги по размерам емкости.
4. Медный провод.
5. 2 пластины из нержавеющей стали по размерам емкости.
6. Вытяжная установка.
7. Сушильный шкаф.
8. Шлифмашина или бормашина.
9. Весы.
10. Мойка.
11. Дистиллированная вода.
12. Гидроксид натрия NaOH.
13. Универсальный индикатор кислотности или рН-метр.
14. Скальпели.
15. Щетки щетинные.
16. Крацовочные стальные щетки.
17. Бумажные полотенца или ветошь.
18. Перчатки резиновые.

ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ВАННЫ

К двум противоположным сторонам ванны крепятся пластины (электроды) из нержавеющей стали. К электродам подключается положительный полюс источника постоянного тока. На края ванны вдоль электродов кладется медная или латунная штанга, к которой с помощью проволоки будет крепиться предмет. Штанга кладется с таким расчетом, чтобы обрабатываемый предмет оказался на рав-

ном расстоянии от электродов. К штанге подключается отрицательный полюс источника постоянного тока. Ванна заполняется 1%-ным раствором гидроксида натрия.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Электролитическую очистку проходят только этнографические предметы II стадии сохранности.

2. Железные предметы, имеющие детали из других металлов или органических материалов, электролитической очистке не подвергаются.

3. Железные предметы, имеющие декоративное покрытие, электролитической очистке не подвергаются.

4. Предметы, предназначенные для электролитической очистки, следует протереть тампонами с этиловым спиртом.

5. С помощью проволоки предметы подсоединяются к средней штанге, подключенной к отрицательному полюсу источника постоянного тока. Предмет должен быть полностью погружен в раствор и не соприкасаться со стенками, дном ванны и электродами.

6. После погружения предмета в раствор включается электрический ток. Сила тока не должна превышать 10 А/дм^2 . Время под током составляет 1–2 мин. Отсчет времени начинается, когда на предмете появляются пузырьки газа. По истечении указанного времени ток отключается, и предмет извлекается из раствора.

7. После электролитической обработки предмет промывается под струей проточной воды щетинными щетками, а затем крацуется с использованием воды стальными щетками на шлифмашине или бор-машине.

8. Если крацевание не дает удовлетворительной очистки, электролитическую обработку можно повторить.

9. После крацевания предмет промывается под струей проточной воды – попеременно в теплой и холодной. Качество промывки

проверяется универсальным индикатором кислотности путем прикладывания полоски индикатора к поверхности предмета.

10. По окончании промывки излишки влаги удаляются бумажными полотенцами или ветошью. После этого предмет не менее двух часов просушивается в сушильном шкафу при температуре 100 °С.

11. После просушки следует провести ингибирование поверхности предметов танином в соответствии с Инструкцией Ж-9 или Ж-10 данного сборника.

12. После просушки следует провести консервацию предметов в соответствии с Инструкцией Ж-11 данного сборника.

13. При необходимости после консервации можно провести укрепляющую мастиковку и восполнение утрат в соответствии с Инструкцией Ж-13 данного сборника.

14. При необходимости после консервации реставрационной смолой «Параллоид В-72» можно сделать матирование поверхности предмета в соответствии с Инструкцией Ж-15.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-5

Стабилизация археологических предметов из железа в растворе щелочного сульфита

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Плитка электрическая.
2. Сушильный шкаф.
3. Вытяжная установка.
4. Весы.
5. Мойка.
6. Гидроксид натрия NaOH.
7. Сульфит натрия Na₂SO₃.
8. Танин.
9. Паралоид В-72 в гранулах (смесь полиэтилметакрилата (ПЭМа) и полиметакрилата (ПМА) в соотношении молярных масс 70:30).
10. Универсальный индикатор кислотности или рН-метр.
11. Спирт этиловый.
12. Ацетон ЧДА.
13. Марля.
14. Скальпели.
15. Ножницы.
16. Перчатки резиновые.
17. Пластиковые емкости с плотно закрывающейся крышкой.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ

1. Для приготовления **0,5М раствора щелочного сульфита** (0,5М NaOH + 0,5М Na₂SO₃) в 1 л дистиллированной воды сначала растворить 20 г гидроксида натрия, затем, постоянно помешивая, всыпать 63 г порошка сульфита натрия. Перемешивать раствор до

полной прозрачности. После этого долить еще 1 л дистиллированной воды, чтобы довести объем раствора до 2 л.

2. Для приготовления 50 г 30%-го раствора Паралоида В-72 в ацетоне (**клей Параллоид В-72**) в 50 мл ацетона всыпать 15 г гранул Паралоида В-72 и оставить на сутки. Через сутки раствор тщательно перемешать.

3. Для приготовления 100 г **10%-го раствора Паралоида В-72** в смеси растворителей спирт – ацетон в соотношении 1:1 в 50 мл ацетона всыпать 10 г гранул Паралоида В-72 и оставить на сутки при комнатной температуре. Через сутки полученный раствор тщательно перемешать, добавить 50 мл этилового спирта и еще раз перемешать.

4. Для приготовления **5%-го раствора танина** в стеклянную емкость с крышкой залить 100 мл этилового спирта и растворить в нем 5 г танина.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Стабилизации в растворе щелочного сульфита подвергаются археологические предметы из железа III и IV стадий сохранности, если предварительное обследование предмета обнаружило наличие активной коррозии.

2. Железные предметы, прочно соединенные с органическими или неорганическими материалами, не выдерживающими обработку щелочными растворами, стабилизирующей обработке в растворе щелочного сульфита не подвергаются.

3. Железные предметы, имеющие декоративное покрытие, нанесенное красками на основе органического связующего, обработке в растворе щелочного сульфита не подвергаются.

4. Железные предметы, на которых имеются детали из медных сплавов со значимыми минеральными корками или декоративной патиной, обработке в растворе щелочного сульфита не подвергаются.

5. Предметы, предназначенные для стабилизирующей обработки в растворе щелочного сульфита, перед погружением в раствор должны пройти предварительную обработку. В зависимости от сохранности предмета предварительная обработка может включать:

- а) механическую очистку от почвенных и коррозионных наслоений;
- б) механическую расчистку от коррозионных наслоений;
- в) профпроклейку ослабленных и отслоившихся участков минеральной корки;
- г) предварительную пропитку следов органических материалов, сохранившихся на обрабатываемых железных предметах.

6. Предварительная механическая очистка и, при необходимости, механическая расчистка предмета проводятся в соответствии с Инструкцией Ж-1 данного сборника.

7. Предварительная профпроклейка ослабленных и отслоившихся участков минеральной корки проводится с помощью марлевых бандажей и клея Паралоид В-72. Бандажи изготавливаются из марли, проклеенной 10%-ным раствором Паралоида В-72 в смеси растворителей спирт-ацетон в соотношении 1:1. После высыхания марля режется на полоски необходимого размера. Отслоившиеся фрагменты и ослабленные участки минеральной корки точно фиксируются с помощью 30%-го клея Паралоид В-72 в ацетоне. При накладывании бандажей необходимо особенно внимательно следить за тем, чтобы клей не попал на трещины и открытые язвы активной коррозии, потому что это затруднит проникновение стабилизирующего раствора, и обработка окажется малоэффективной. В случае, если предмет особенно хрупкий, его можно целиком завернуть в проклеенную марлю, так же точно зафиксировав бандаж, чтобы он не утратился во время обработки в растворе.

8. Предварительная пропитка псевдоморфных остатков органических материалов, сохранившихся на железных предметах, проводится методом многократной пропитки 5%-ным раствором Паралоида В-72 в смеси растворителей спирт-ацетон в соотношении 1:1.

9. Для стабилизирующей обработки в растворе щелочного сульфита предварительно подготовленные предметы помещаются в стеклянную или пластиковую емкость и заливаются 0,5М раствором щелочного сульфита в дистиллированной воде. Емкость с обрабатываемыми предметами должна быть закрыта герметично, для того чтобы избежать окисления SO_3^{2-} ионов. В течение дня емкость желательно подогреть до температуры 40–60 °С. Общий срок погружения предметов в раствор составляет от 3 до 6 месяцев, при необходимости обработку можно продлить до одного года. Каждые 2–3 недели предметы необходимо извлекать из раствора, промывать и просушивать в соответствии с п. 10 данной Инструкции и помещать в новую смену раствора. Во время промежуточных извлечений предметов из раствора можно провести тестирование активной коррозии согласно п. 11 данной Инструкции. Предметы, на которых после промежуточной промывки тестирование не выявит активной коррозии, в повторном погружении в стабилизирующий раствор не нуждаются.

10. Во время промежуточных извлечений из раствора и при окончательном извлечении предметы сначала промываются под струей проточной воды щетинными щетками, потом осуществляется контрастная промывка со сменой теплой и холодной воды, затем делается окончательная промывка в дистиллированной воде. Качество промывки проверяется универсальной индикаторной бумагой или рН-метром. После промывки каждый предмет должен быть просушен в термостате при температуре до 100 °С, что должно занять не менее двух часов.

11. После промывки и просушки предмета проводится тестирование активной коррозии. Для этого предмет помещают во влажную камеру на 1–3 суток. Если через трое суток на предмете появятся признаки активной коррозии, стабилизирующую обработку необходимо повторить. Если активной коррозии на предмете не выявлено,

его необходимо повторно просушить в термостате при температуре до 100 °С, что должно занять не менее двух часов.

12. После просушки необходимо повторить механическую очистку, а при необходимости – и механическую расчистку предмета в соответствии с Инструкцией Ж-1 данного сборника. Марлевые бандажки, если они имеются, снимаются механически или путем наложения тампонов, смоченных в смеси растворителей спирт – ацетон в соотношении 1:1. На особо хрупких предметах после консервации допустимо проводить очистку, расчистку и удаление бандажей.

13. Перед консервацией предмета допустимо, а в некоторых случаях и необходимо, обработать его 5%-ным раствором танина в спирте. Раствор танина втирается щетинной щеткой в поверхность предмета. Предмет греется в сушильном шкафу при температуре до 100 °С в течение одного часа. После прогрева предмет следует оставить при комнатной температуре на сутки для созревания слоя танина.

14. После просушки следует провести структурное укрепление или консервацию предмета в соответствии с Инструкциями Ж-11 и Ж-12 данного сборника.

15. При необходимости после консервации можно провести укрепляющую мастиковку и восполнение утрат в соответствии с Инструкцией Ж-13 данного сборника.

16. При необходимости после консервации Паралоидом В-72 можно сделать матирование поверхности предмета согласно Инструкции Ж-14.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-6

Стабилизация археологических предметов из железа в растворе щелочного сульфита с применением ультразвука

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Ультразвуковая ванна с излучателями на 200–400 Вт.
2. Ультразвуковой прибор для щелевой очистки.
3. Сушильный шкаф.
4. Вытяжная установка.
5. Весы.
6. Мойка.
7. Гидроксид натрия NaOH.
8. Сульфит натрия Na₂SO₃.
9. Танин.
10. Паралоид В-72 в гранулах (смесь полиэтилметакрилата (ПЭМа) и полиметакрилата (ПМА) в соотношении молярных масс 70:30).
11. Универсальный индикатор кислотности или рН-метр.
12. Спирт этиловый.
13. Ацетон ЧДА.
14. Марля.
15. Базисный мягкий воск (пластины).
16. Скальпели.
17. Ножницы.
18. Перчатки резиновые.
19. Пластиковые емкости с плотно закрывающейся крышкой.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ

1. Для приготовления **0,5М раствора щелочного сульфита** (0,5М NaOH + 0,5М Na₂SO₃) в 1 л дистиллированной воды сначала растворить 20 г гидроксида натрия, затем, постоянно помешивая,

всыпать 63 г порошка сульфита натрия. Перемешивать раствор до полной прозрачности. После этого долить еще 1 л дистиллированной воды, чтобы довести объем раствора до 2 л.

2. Для приготовления 50 г **30%-го раствора Паралоида В-72** в ацетоне (клей Паралоид В-72) в 50 мл ацетона всыпать 15 г гранул Паралоида В-72 и оставить на сутки. Через сутки раствор тщательно перемешать.

3. Для приготовления 100 г **10%-го раствора Паралоида В-72** в смеси растворителей спирт – ацетон в соотношении 1:1 в 50 мл ацетона всыпать 10 г гранул Паралоида В-72 и оставить на сутки при комнатной температуре. Через сутки полученный раствор тщательно перемешать, добавить 50 мл этилового спирта и еще раз перемешать.

4. Для приготовления **5%-го раствора танина** в стеклянную емкость с крышкой залить 100 мл этилового спирта и растворить в нем 5 г танина.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Стабилизации в растворе щелочного сульфита с применением ультразвука подвергаются археологические предметы из железа III и IV стадий сохранности, если предварительное обследование предмета обнаружило наличие активной коррозии.

2. Допустимо применять метод стабилизации в щелочном сульфите при работе с железными предметами, прочно соединенными с органическими или неорганическими материалами, не выдерживающими обработку щелочными растворами. Для этого органические и неорганические детали необходимо тщательно изолировать от воздействия раствора с помощью пластин базисного мягкого воска. Восковые пластины необходимо плотно обернуть вокруг изолируемых деталей, а места стыков пластин – сплавить. Восковые пластины предотвращают проникновение стабилизирующего раствора к изолируемым деталям только в течение очень короткого времени.

3. Железные предметы, имеющие декоративное покрытие, нанесенное красками на основе органического связующего, обработке в растворе щелочного сульфита с применением ультразвука не подвергаются.

4. Перед обработкой в растворе щелочного сульфита с применением ультразвука имеющиеся на железных предметах детали из медных сплавов со значимыми минеральными корками или декоративной патиной также изолируются с помощью пластин мягкого базисного воска в соответствии с п. 2 данной Инструкции.

5. Предметы, предназначенные для стабилизирующей обработки в растворе щелочного сульфита, перед погружением в раствор должны пройти предварительную обработку, как указано в Инструкции Ж-5 данного сборника.

6. Для стабилизирующей обработки в растворе щелочного сульфита с применением ультразвука предварительно подготовленные предметы помещаются в стеклянную емкость и заливаются 0,5М раствором щелочного сульфита в дистиллированной воде. Стеклянная емкость с предметами помещается в ультразвуковую ванну, заполненную водой, на 30 мин. После этого предметы промываются под струей проточной воды щетинными щетками, помещаются в стеклянную емкость и заливаются дистиллированной водой для промывки. Стеклянная емкость с предметами помещается в ультразвуковую ванну на 10 мин. После отключения ультразвука замеряется рН воды в стеклянной емкости с предметами, после чего они опять промываются под проточной водой. Процедуру промывки в дистиллированной воде с применением ультразвука следует повторять до тех пор, пока рН промывочной воды после ультразвуковой обработки не станет нейтральным. Как правило, вся стабилизирующая обработка в щелочном сульфите с последующей промывкой занимает один рабочий день.

7. После промывки предметы должны быть просушены в термостате при температуре до 100 °С, что должно занять не менее двух часов.

8. После промывки и просушки предметов проводится тестирование активной коррозии. Для этого предметы помещают во влажную камеру на 1–3 суток. Если через трое суток на предмете появятся признаки активной коррозии, стабилизирующую обработку необходимо повторить. Если активной коррозии на предмете не выявлено, его необходимо повторно просушить в термостате при температуре до 100 °С, что должно занять не менее двух часов.

9. В случае, когда тестирование выявило 1–2 небольших очага активной коррозии, стабилизацию целесообразнее продолжать с применением ультразвукового прибора для щелевой очистки. Для этого предмет погружают полностью в раствор щелочного сульфита и проводят обработку ультразвуковым прибором каждого очага по 10 мин. Затем проводится процедура промывки в дистиллированной воде по схеме, описанной в п. 6 данной Инструкции.

10. После того, как предметы будут стабилизированы, завершающие реставрационные процедуры следует проводить в соответствии с Инструкцией Ж-5 данного сборника.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-7

Стабилизация археологических и этнографических предметов из железа методом интенсивной промывки

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Сушильный шкаф.
2. Электрическая плитка.
3. Дистиллятор.
4. Бумажные полотенца или ветошь.
5. Эмалированная посуда с крышкой.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Стабилизации методом интенсивной промывки подвергаются предметы из железа II стадии сохранности. А также предметы III стадии сохранности, в случае если: а) предварительное обследование предмета обнаружило наличие активной коррозии; б) первичная минеральная корка плотно прилегает к металлическому ядру или полностью утрачена; в) использование метода стабилизации в щелочном сульфите по каким-то причинам невозможно. В исключительных случаях допустима стабилизация данным методом предметов IV стадии сохранности, если минеральная корка хорошо прилегает к металлическому ядру или утрачена в процессе коррозии.

2. Железные предметы, прочно соединенные с органическими или неорганическими материалами, не выдерживающими водную термическую обработку, стабилизирующей обработке методом интенсивной промывки не подвергаются.

3. Предметы, предназначенные для стабилизирующей обработки методом интенсивной горячей промывки, перед стабилизацией должны пройти предварительную механическую очистку от почвенных и коррозионных наслоений и, при необходимости, механическую расчистку от коррозионных наслоений. Предварительная механиче-

ская очистка и расчистка предмета проводится в соответствии с Инструкцией Ж-1 данного сборника.

4. Для стабилизации железные предметы помещаются в эмалированную емкость, заливаются холодной дистиллированной водой, емкость накрывается крышкой, ставится на плиту и нагревается приблизительно до 90 °С, без кипения. Затем вода меняется на холодную, емкость опять ставится на плиту, и вся процедура повторяется снова.

5. Интенсивную промывку можно осуществлять только в течение дня – предметы не должны долго находиться в холодной воде, так как будут интенсивно развиваться коррозионные процессы. По окончании рабочего дня предметы необходимо достать из промывочной ванны, тщательно протереть от влаги бумажными полотенцами или ветошью и просушить в сушильном шкафу или при помощи строительного фена.

6. Промывка осуществляется до полной стабилизации активной коррозии. Качество промывки проверяется путем помещения просушенных предметов во влажную камеру на 1–3 суток. В случае появления во время проверки на поверхности предмета капель влаги, окрашенных в рыжий цвет солями железа, процесс промывки следует повторить.

7. По окончании стабилизационной обработки предметы необходимо промыть под струей проточной воды щетинными щетками, тщательно протереть от влаги бумажными полотенцами или ветошью и сушить в сушильном шкафу при 100 °С не менее двух часов.

8. По окончании стабилизирующей обработки желательно обработать предметы раствором танина в соответствии с Инструкцией Ж-9 или Ж-10 данного сборника.

9. После просушки следует провести структурное укрепление или консервацию предмета в соответствии с Инструкциями Ж-11 и Ж-12 данного сборника.

10. При необходимости после консервации можно провести укрепляющую мастиковку и восполнение утрат в соответствии с Инструкцией Ж-13 данного сборника.

11. При необходимости после консервации Паралоидом В-72 можно сделать матирование поверхности предмета в соответствии с Инструкцией Ж-14.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-8

Стабилизация археологических и этнографических предметов из железа методом интенсивной промывки с применением ультразвука

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Ультразвуковая ванна с излучателями на 200–400 Вт.
2. Ультразвуковой прибор для щелевой очистки.
3. Сушильный шкаф.
4. Электрическая плитка.
5. Дистиллятор.
6. Бумажные полотенца или ветошь.
7. Эмалированная посуда с крышкой.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Стабилизации методом интенсивной промывки с применением ультразвука подвергаются железные предметы с активной коррозией III и IV стадий в тех случаях, когда применение методов щелочного сульфита или интенсивной горячей промывки по тем или иным причинам невозможно. Такой причиной, в частности, может быть наличие декоративного покрытия или другой художественной обработки на поверхности железного предмета (окраски, лужения, серебрения, аппликации другими металлами, инкрустации, деталей из медных сплавов и пр.). Метод интенсивной промывки с применением ультразвука используется как альтернатива методу интенсивной горячей промывки.

2. Предметы, предназначенные для стабилизирующей обработки методом интенсивной горячей промывки, перед стабилизацией должны пройти предварительную механическую очистку от почвенных и коррозионных наслоений и, при необходимости, механическую расчистку от коррозионных наслоений. Предварительная механиче-

ская очистка и расчистка предмета проводится в соответствии с Инструкцией Ж-1 данного сборника.

3. Для стабилизации железные предметы помещаются в эмалированную или стеклянную емкость, заливаются холодной дистиллированной водой и помещаются в ультразвуковое поле на срок до 30 мин. Вместо погружения в ультразвуковую ванну можно использовать погружной ультразвуковой прибор для щелевой очистки. После сеанса ультразвука предметы следует поместить в свежую дистиллированную воду, после чего обработку ультразвуком можно повторить.

4. Интенсивную промывку с применением ультразвука можно осуществлять только в течение дня – предметы не должны долго находиться в холодной воде, так как будут интенсивно развиваться коррозионные процессы. По окончании рабочего дня предметы необходимо достать из промывочной ванны, тщательно протереть от влаги бумажными полотенцами или ветошью и просушить в сушильном шкафу или при помощи строительного фена.

5. Промывка осуществляется до полной стабилизации активной коррозии. Качество промывки проверяется путем помещения просушенных предметов во влажную камеру на 1–3 суток. В случае появления во время проверки на поверхности предмета капель влаги, окрашенных в рыжий цвет солями железа, процесс промывки следует повторить.

6. По окончании стабилизационной обработки предметы необходимо промыть под струей проточной воды щетинными щетками, тщательно протереть от влаги бумажными полотенцами или ветошью и сушить в сушильном шкафу при 100 °С не менее двух часов.

7. По окончании стабилизирующей обработки желательно обработать предметы раствором танина в соответствии с Инструкцией Ж-9 или Ж-10 данного сборника.

8. После просушки следует провести структурное укрепление или консервацию предмета в соответствии с Инструкциями Ж-11 и Ж-12 данного сборника.

9. При необходимости после консервации можно провести укрепляющую мастиковку и восполнение утрат в соответствии с Инструкцией Ж-13 данного сборника.

10. При необходимости после консервации Паралоидом В-72 можно сделать матирование поверхности предмета в соответствии с Инструкцией Ж-14.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-9

Ингибирование археологических предметов из железа спиртовым раствором танина

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Сушильный шкаф.
2. Весы.
3. Танин, порошок.
4. Спирт этиловый.
5. Щетки щетинные.
6. Перчатки резиновые.
7. Щетинные кисти.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА

Для обработки археологических находок из железа используется **5%-ный раствор танина** в спирте. 5 г порошка танина всыпать в 100 мл этилового спирта и перемешать до полного растворения. Емкость с раствором должна храниться в защищенном от света месте.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Обработку спиртовым раствором танина необходимо проводить на железных археологических предметах III и IV стадий сохранности по местам утрат минеральной корки, по обнажившемуся металлическому ядру. Допустимо обрабатывать предметы III, IV и V стадий сохранности поверх минеральных корок (см. комментарии).

2. Обработка раствором танина проводится после полной очистки и просушки предметов, перед нанесением консервирующего покрытия.

3. Перед нанесением раствора предметы желательно прогреть до температуры 40–45 °С.

4. Раствор танина втирается щетинной кистью или щеткой. При необходимости нанесение раствора можно повторить.

5. После нанесения последнего слоя предметы следует поместить в сушильный шкаф, прогретый до 50–60 °С, или в любое теплое и сухое место и оставить на сутки.

6. В случае, если на поверхности предмета через сутки после нанесения остается блестящая коричневая пленка непрореагировавшего танина, эти излишки удаляются тампонами со спиртом.

7. После обработки танином необходимо провести структурное укрепление или консервацию предмета в соответствии с Инструкциями Ж-11 и Ж-12 данного сборника.

8. При необходимости после консервации можно провести укрепляющую мастиковку и восполнение утрат в соответствии с Инструкцией Ж-13 данного сборника.

9. При необходимости после консервации Паралоидом В-72 можно сделать матирование поверхности предмета в соответствии с Инструкцией Ж-14.

КОММЕНТАРИИ

Спиртовой раствор танина, используемый для обработки железных археологических предметов, может выступать в нескольких ипостасях: а) как легкий ингибитор коррозии, предотвращающий образование ржавчины на поверхности металла при незначительных колебаниях температурно-влажностного режима за счет образования на поверхности предметов таннатной пленки; б) как преобразователь некоторых вторичных продуктов коррозии железа в более устойчивые; в) как способ тонирования, позволяющий получить красивый темно-коричневый цвет поверхности железных археологических предметов.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-10

Ингибирование этнографических предметов из железа водно-спиртовым раствором танина

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Сушильный шкаф.
2. Весы.
3. Танин, порошок.
4. Вода дистиллированная.
5. Спирт этиловый.
6. Щетки щетинные.
7. Перчатки резиновые.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА

Для обработки археологических находок из железа используется **водно-спиртовой раствор танина** следующего состава: 100 мл дистиллированной воды, 15 мл этилового спирта и 20 г танина. В стеклянную емкость с водой сначала добавляется спирт, затем всыпается порошок танина и тщательно перемешивается до полного растворения. Емкость с раствором должна храниться в защищенном от света месте.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Обработку спиртовым раствором танина необходимо проводить на железных этнографических предметах II стадии сохранности в случаях, когда необходимо воспроизвести черную окисную пленку. На блестящих металлических поверхностях I стадии сохранности нанесение водно-спиртового раствора танина может дать нежелательные эффекты (см. комментарий 3).

2. Обработка раствором танина проводится после полной очистки и просушки предметов, перед нанесением консервирующего покрытия.

3. Перед нанесением раствора предметы желательно прогреть до температуры 50–60 °С.

4. Раствор танина наносится с помощью ватных или ватно-марлевых тампонов. При необходимости нанесение раствора можно повторить.

5. После нанесения последнего слоя предметы следует поместить в сушильный шкаф, прогретый до 50–60 °С, или в любое теплое и сухое место и оставить на сутки.

6. В случае, если на поверхности предмета через сутки после нанесения остается блестящая черно-коричневая пленка непрореагировавшего танина, эти излишки удаляются тампонами со спиртом.

7. После обработки танином необходимо провести консервацию предмета в соответствии с Инструкцией Ж-11 или Ж-14 данного сборника.

КОММЕНТАРИИ

1. Спиртовой раствор танина, используемый для обработки железных археологических предметов, может выступать в нескольких ипостасях: а) как легкий ингибитор коррозии, предотвращающий образование ржавчины на поверхности металла при незначительных колебаниях температурно-влажностного режима за счет образования на поверхности предметов таннатной пленки; б) как преобразователь некоторых вторичных продуктов коррозии железа в более устойчивые; в) как способ тонирования, позволяющий получить красивый темно-коричневый цвет поверхности железных археологических предметов.

2. Раствор танина следует заменить на новый, если он почернел и потерял прозрачность. Это происходит вследствие попадания в раствор ионов железа, из-за чего он теряет свои рабочие свойства.

3. На блестящих железных поверхностях, свободных от окисной пленки, водно-спиртовой раствор танина может образовать синевато-сиреневую темную пленку с эффектом побежалости, которая удаляется путем крацевания.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-11

Консервация археологических и этнографических предметов из железа раствором Паралоида В-72

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Вытяжная установка.
2. Весы.
3. Паралоид В-72 в гранулах (смесь полиэтилметакрилата (ПЭМа) и полиметакрилата (ПМА) в соотношении молярных масс 70:30).
4. Ксилол.
5. Спирт этиловый.
6. Ацетон ЧДА.
7. Кисти щетинные.
8. Перчатки резиновые.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА

1. Для нанесения консервационного покрытия на археологические и этнографические предметы из железа применяется **5%-ный раствор Паралоида В-72** в ксилоле. Для приготовления раствора в 100 мл ксилола засыпать 5 г гранул Паралоида В-72 и оставить на сутки при комнатной температуре. Через сутки полученный раствор тщательно перемешать. Для хранения раствора следует использовать стеклянные емкости с полиэтиленовой крышкой.

2. В редких случаях консервационное покрытие можно нанести с помощью **5%-го раствора Паралоида В-72** в смеси растворителей спирт – ацетон в соотношении 1:1. Для приготовления раствора в 50 мл ацетона засыпать 5 г гранул Паралоида В-72 и оставить на несколько часов при комнатной температуре. После растворения гранул полученный раствор тщательно перемешать и добавить 50 мл этилового спирта. Для хранения раствора следует использовать стеклянные емкости с полиэтиленовой крышкой.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Консервационное покрытие раствором Паралоида В-72 наносится в обязательном порядке на все археологические железные предметы III, IV и V стадий сохранности. В случаях, когда предметам требуется структурное укрепление (Инструкция Ж-12), консервационным покрытием служит последний завершающий слой пропитки.

2. На этнографические железные предметы I и II стадий сохранности консервационное покрытие раствором Паралоида В-72 наносится в обязательном порядке на пористые и потравленные коррозией поверхности. Для гладких полированных поверхностей полимерное покрытие можно заменить на восковое в соответствии с Инструкцией Ж-14.

3. Консервирующее покрытие раствором Паралоида В-72 делается на предметах, прошедших весь комплекс предварительной реставрационной обработки: очистку, расчистку, тестирование, стабилизацию, ингибирование и пр., кроме подклейки, восполнения утрат и укрепляющей мастиковки – последние три операции делаются после нанесения консервирующего покрытия.

4. Для нанесения консервационного покрытия предварительно просушенный предмет помещается на лист фильтровальной бумаги. Раствор наносится на предмет щетинной кистью. Процедуру рекомендуется повторить 2–3 раза. Перед нанесением очередного слоя предыдущий слой должен полностью просохнуть в течение суток.

5. По окончании пропитки, после просыхания последнего слоя, излишки полимера на поверхности можно удалить тампонами, смоченными в этиловом спирте, или обработав предмет ксилолом путем нанесения растворителя кистью.

6. После консервации раствором Паралоида В-72 желательно сделать матирование поверхности предмета с помощью восковой композиции в соответствии с Инструкцией Ж-14.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-12

Структурное укрепление (пропитка) археологических предметов из железа раствором Паралоида В-72

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Вытяжная установка.
2. Весы.
3. Паралоид В-72 в гранулах (смесь полиэтилметакрилата (ПЭМа) и полиметакрилата (ПМА) в соотношении молярных масс 70:30).
4. Ксилол.
5. Спирт этиловый.
6. Ацетон ЧДА.
7. Кисти щетинные.
8. Перчатки резиновые.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРА

Для структурного укрепления (пропитки) археологических находок из железа применяются **5%-ный, 7%-ный и 10%-ный растворы Паралоида В-72** в ксилоле. Для приготовления раствора в 100 мл ксилола засыпать соответственно 5, 7 или 10 г гранул Паралоида В-72 и оставить на сутки при комнатной температуре. Через сутки полученный раствор тщательно перемешать. Для хранения раствора следует использовать стеклянные емкости с полиэтиленовой крышкой.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Структурное укрепление (пропитку) растворами Паралоида В-72 проходят ослабленные, потрескавшиеся, пористые и осыпающиеся археологические предметы из железа III, IV и V стадии сохранности, а также предметы с минерализованными остатками органических материалов на поверхности.

2. Для пропитки используются последовательно 5%-ный и 7%-ный растворы Паралоида В-72 в ксилоле, при необходимости добавляется пропитка 10%-ным раствором Паралоида В-72 в ксилоле. Возможны два способа пропитки: а) погружение; б) нанесение кистью.

3. При пропитке погружением предварительно просушенный предмет сначала помещается в емкость с 5%-ным раствором Паралоида В-72 в ксилоле и выдерживается до полного выхода пузырьков воздуха. Затем предмет извлекается из раствора и помещается на лист фильтровальной бумаги до полного просыхания. Далее вся процедура повторяется в 7%-ном растворе Паралоида В-72. При необходимости после просыхания процедуру можно повторить до полного насыщения предмета полимером. Для особенно хрупких и пористых предметов рекомендуется начинать обработку в 7%-ном растворе, а заканчивать в 10%-ном растворе Паралоида В-72 в ксилоле.

4. Для пропитки кистью предварительно просушенный предмет помещается на лист фильтровальной бумаги. 5%-ный раствор Паралоида В-72 наносится на предмет щетинной кистью точечными движениями. После просыхания предмета аналогичным образом наносится 7%-ный раствор. Процедуру можно повторять до полного насыщения предмета полимером. Для особенно хрупких и пористых предметов рекомендуется начинать обработку в 7%-ном растворе, а заканчивать в 10%-ном растворе Паралоида В-72 в ксилоле.

5. По окончании пропитки излишки полимера на поверхности предмета можно удалить тампонами, смоченными в смеси растворителей спирт – ацетон в соотношении 1:1, или обработав предмет ксилолом путем нанесения растворителя кистью.

6. Пропитанные растворами Паралоида В-72 предметы в дополнительном консервационном покрытии не нуждаются.

7. После консервации раствором Паралоида В-72 желательно сделать матирование поверхности предмета с помощью восковой композиции в соответствии с Инструкцией Ж-14.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-13

Склейка, дублировка, мастиковка, восполнение утрат и монтаж археологических и этнографических предметов из железа

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Вытяжная установка.
2. Весы.
3. Бормашина.
4. Параллоид В-72 в гранулах (смесь полиэтилметакрилата (ПЭМа) и полиметакрилата (ПМА) в соотношении молярных масс 70:30).
5. Спирт этиловый.
6. Ацетон ЧДА.
7. Сухие пигменты.
8. Стеклоткань.
9. Листы из оргстекла.
10. Металлическая сетка.
11. Штыри из бамбука или оргстекла.
12. Алмазные или корундовые боры.
13. Крацовки стальные для бормашины.
14. Зубоврачебные шпатели.
15. Скальпели.
16. Кисти щетинные.
17. Тампоны ватные.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ

1. Для склейки и приготовления мастик для археологических находок из железа применяется **30%-ный раствор Параллоида В-72** в ацетоне (клей Параллоид В-72). Для приготовления раствора 30 г гранул Параллоида В-72 всыпать в 100 мл ацетона и оставить на несколько часов при комнатной температуре. После растворения гранул

раствор тщательно перемешать. Для хранения клея следует использовать стеклянную емкость с полиэтиленовой крышкой.

2. Для укрепляющей мастиковки и восполнения утрат используется **20%-ный раствор Паралоида В-72** в смеси растворителей спирт – ацетон в соотношении 1:1. Для приготовления раствора в 50 мл ацетона засыпать 20 г гранул Паралоида В-72 и оставить на несколько часов при комнатной температуре. После растворения гранул полученный раствор тщательно перемешать и добавить 50 мл этилового спирта. Для хранения раствора следует использовать стеклянные емкости с полиэтиленовой крышкой.

3. Для проклейки дублировочного материала используется **5%-ный раствор Паралоида В-72** в смеси растворителей спирт – ацетон в соотношении пропорции 1:1. Для приготовления раствора в 50 мл ацетона засыпать 5 г гранул Паралоида В-72 и оставить на несколько часов при комнатной температуре. После растворения гранул полученный раствор тщательно перемешать и добавить 50 мл этилового спирта. Для хранения раствора следует использовать стеклянные емкости с полиэтиленовой крышкой.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Склейка, дублировка, мастиковка, восполнение утрат и монтаж являются завершающей стадией реставрационной обработки археологических предметов из железа и проводятся после консервации или структурного укрепления предметов (Инструкции Ж-11 и Ж-12).

2. Склейкой называется соединение сломанных фрагментов с помощью клея. Для склейки археологических предметов из железа применяют клей Паралоид В-72. Его наносят на склеиваемые поверхности, дают слегка подсохнуть, после чего плотно прижимают склеиваемые части друг к другу и держат 2–3 мин. Затем фиксируют склеиваемый предмет в нужном положении и оставляют на сутки для просыхания клеевого шва. После его просыхания излишки клея уда-

ляются либо механически, либо при помощи тампонов с ацетоном. Для усиления клеевого шва могут быть использованы штыри из оргстекла или бамбука. В предназначенных для склейки швах с помощью алмазных или корундовых боров просверливаются отверстия, по диаметру штыря, глубиной около 5 мм. Штыри клеиваются с помощью клея Паралоид В-72.

3. Дублировкой называется укрепление слабых участков предмета или клеевого шва путем подклейки дублировочного материала к обратной или внутренней стороне предмета. Для дублировки археологических предметов из железа используется тонкая проклеенная стеклоткань. Для проклейки стеклоткани используется 5%-ный раствор Паралоид В-72 в смеси растворителей. Участок для дублирования промазывается клеем Паралоид В-72. На проклеенный участок наносится вырезанный по форме фрагмент проклеенной стеклоткани, плотно прижимается и притирается тампонами с ацетоном. После этого предмет оставляется на сутки для просыхания клея. Через сутки дублировочную ткань можно затонировать.

4. Мастиковкой называется укрепление слабых участков предмета с помощью обратимых мастик. Мастики изготавливаются с помощью 20%-го раствора Паралоида В-72 в качестве связующего и сухих пигментов в качестве наполнителя, подобранных и смешанных до нужного цвета. Мастика наносится на укрепляемую поверхность тонкими слоями с помощью зубо-врачебных шпателей. Время для просушки между нанесением слоев должно составлять не менее суток. После просыхания последнего слоя поверхность мастиковки можно обработать механически с помощью скальпелей, щетинных щеток и тампонов с ацетоном.

5. Восполнением утрат называется заполнение утраченных участков предмета с помощью мастики (см. п. 4 данной инструкции). В качестве основы для наложения мастики могут быть использованы кусочки проклеенной стеклоткани или штыри из бамбука или орг-

стекла. Наложение стеклоткани и штырей проводится так же, как это описано в п. 2 и 3 данной инструкции.

6. При необходимости фрагментированные археологические предметы могут быть смонтированы на единую основу, что и является монтажом. Монтаж может проводиться на лист из оргстекла или, для крупных объемных предметов, на специальную основу, изготовленную из металлической сетки и стеклоткани. На лист из оргстекла предметы подклеиваются с помощью клея Параллоид В-72. Основа для крупных объемных предметов изготавливается из отоженной металлической сетки, которая потом обклеивается с двух сторон стеклотканью. Предметы приклеиваются на изготовленную основу с помощью клея Параллоид В-72.

ИНСТРУКЦИЯ Ж-14

Матирование поверхности и консервация археологических и этнографических предметов из железа восковой композицией

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Вытяжная установка.
2. Весы.
3. Мерные стаканы.
4. Уайт-спирит очищенный.
5. Микрокристаллический воск.
6. Парафин.
7. Сухие пигменты.
8. Щетки щетинные.
9. Хлопчатобумажная ткань.
10. Перчатки резиновые.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СОСТАВА

Сначала сплавляют 100 г микрокристаллического воска и 25 г парафина. Затем в горячий расплав вливают, помешивая, 300 г уайт-спирита. Состав используют в холодном виде.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Консервацию восковой композицией можно применять для железных предметов I и II стадий сохранности. Для археологических предметов из железа III, IV и V стадий сохранности восковая композиция используется только для матирования поверхности после нанесения покрытия из обратимых линейных полимеров или структурного укрепления (Инструкции Ж-11 и Ж-12 данного сборника).

2. Консервация восковой композицией делается на предметах, прошедших весь комплекс предварительной реставрационной обра-

ботки: очистку, расчистку, тестирование, стабилизацию, ингибирование и пр.

3. На предметах, нуждающихся в подклейке и восполнении утрат, консервация восковой композицией делается после указанных работ.

4. При необходимости восковую композицию можно тонировать путем добавления в состав сухих пигментов. Сухие пигменты добавляются в готовый состав.

5. Восковая композиция наносится на консервируемый предмет с помощью хлопчатобумажной ткани и сразу располировывается тканью или щетинной щеткой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Буршнева С.Г.* Стабилизация железных археологических предметов в Государственном Эрмитаже / С.Г. Буршнева // Проблемы сохранения, консервации и реставрации музейных памятников: тезисы III Международной научно-практической конференции. – Киев, 2001. – С. 12–15.

2. *Буршнева С.Г.* Проблема сохранности железных археологических предметов / С.Г. Буршнева // Вестник молодых ученых. Серия: Исторические науки. – 2001. – № 1. – С. 74–79.

3. *Буршнева С.Г.* Опыт применения профпроклеек при реставрации археологического железа / С.Г. Буршнева // Грабаревские чтения. – М., 2010. – Вып. VII. – С. 414–418.

4. *Буршнева С.Г.* О сохранности археологического железа и дальнейшем развитии метода щелочного сульфита / С.Г. Буршнева, Н.В. Смирнова // Реставрация и исследование памятников культуры Русского Севера: сборник статей. – Вологда, 2011. – С. 220–232.

5. *Буршнева С.Г.* Исследование и тестирование метода стабилизации железных археологических предметов с применением ультразвука / С.Г. Буршнева, О.Б. Кузнецова, Н.В. Смирнова // Проблемы реставрации памятников культуры и искусства: материалы III Региональной научно-практической конференции, посвященной 15-летию Эрмитажной школы реставрации. – Екатеринбург, 2012. – С. 139–146.

6. *Буршнева С.Г.* Применение ультразвука при стабилизации железных археологических предметов в растворе щелочного сульфита / С.Г. Буршнева, О.Б. Кузнецова, Н.В. Смирнова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – № 6. – С. 66–68.

7. *Буршнева С.Г.* К вопросу о сохранности археологических находок из железа (из опыта полевых и реставрационных работ) / С.Г. Буршнева // Археологический сборник Государственного Эрмитажа. – 2013. – Вып. 39. – С. 226–237.

8. *Минжулин А.И.* Введение в реставрацию металла: учебно-методическое пособие / А.И. Минжулин. – Киев, 1992. – 100 с.

9. *Воропай Л.М.* Физико-химический анализ метода интенсивной промывки археологических экспонатов, выполненных из железа / Л.М. Воропай, Н.В. Смирнова // Проблемы реставрации памятников культуры и искусства в музеях Урала: материалы II Региональной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Эрмитажной школы реставрации. – Екатеринбург, 2007. – С. 154–158.

10. *Лукшенене Я.А.* Возможности применения танина в консервации изделий из черного металла / Я.А. Лукшенене // Проблемы музейного хранения, консервации и реставрации произведений декоративно-прикладного искусства. – М., 1972. – С. 36–331.

11. *Никитин М.К.* Химия в реставрации: справочник по применению химических материалов для реставрации / М.К. Никитин, Е.П. Мельникова – М.: Химия, 1990. – 304 с.

12. *Турищева Р.А.* Применение современных материалов для консервации предметов из черных металлов в музейной коллекции / Р.А. Турищева, А.Г. Рябинков // Культура и искусство в СССР. Серия: Реставрация памятников истории и культуры. Экспресс-информация. – М., 1987. – Вып. 3. – С. 1–6.

13. *Турищева Р.А.* Изучение возможностей стабилизации археологического железа / Р.А. Турищева // Реставрация музейных ценностей: научные и практические работы: труды Государственного исторического музея. – М., 1999. – Вып. 107. – С. 30–33.

14. *Улиг Г.Г.* Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику / пер. с англ. / под ред. А.М. Сухотина / Г.Г. Улиг, Р.У. Ревин. – Л.: Химия, 1989. – 456 с.

15. *Шемаханская М.С.* Металлы и вещи: история, свойства, разрушение. Реставрация / М.С. Шемаханская. – М.: Индрик, 2015. – 288 с.

16. *Burshneva S.* Some New Advances in Alkaline Sulphite Treatment of Archaeological Iron / S. Burshneva, N. Smirnova // Archaeological Iron Colloquium. Extended abstracts. – Stuttgart, 2010. – P. 63–66.

17. *Burshneva S.* Experience with Ultrasonic in Alkaline Sulfite Treatment of Archaeological Iron / S. Burshneva, O. Kuznetsova, N. Smirnova // METAL 2013. Interim Meeting of the ICOM-CC Metal Working Group. Conference Proceedings. – Edinburgh, 2013. – P. 345.

18. *Beaudoin A.* Corrosion d'Objets Archeologiques en Fer Après Dechloruration par la Methode au Sulfite Alcalin. Caracterisation Physico-Chimique et Retraitement Electrochimique / A. Beaudoin, M.-C. Clerice, J. Francoise, J.-P. Labbe, M.-A. Loeper-Attia, L. Robbiola // Metal 95. Proceedings of the International Conference on Metals Conservation (Semur en Auxois, September 1995). – London, 1997. – P. 170–177.

19. *Cronyn J.M.* The Elements of Archaeological Conservation / J.M. Cronyn. – London; NY: Routledge, 1990. – 326 p.

20. *Duncan S.J.* Chloride Removal from Iron – New Techniques. A Preliminary Investigation into Two New Techniques for the Removal of Chlorides from Archaeological Iron / S.J. Duncan // Conservation News, 31. – 1986. – P. 21–24.

21. *Gilberg M.R.* The Identity of Compounds Containing Chloride Ions in Marine Iron Corrosion Products: A Critical Review / M.R. Gilberg, N.J. Seeley // Studies in Conservation, 26. – 1981. – P. 50–56.

22. *Gilberg M.R.* The Alkaline Sodium Sulfite Reduction Process for Archaeological Iron: A Closer Look / M.R. Gilberg, N.J. Seeley // Studies in Conservation, 27. – 1982. – P. 180–184.

23. *Kaneko K.* Surface Chemistry of FeOOH Microcrystals / K. Kaneko // Current Problems in the Conservation of Metal Antiquities. – Tokyo, 1993. – P. 55–69.

24. *Knight B.* A Review of the Corrosion of Iron from Terrestrial Sites and the Problem of Post-Excavation Corrosion / B. Knight // The Conservator, 14. – 1990. – P. 37–43.

25. *North N.A.* Alkaline Sulfite Reduction Treatment of Marine Iron / N.A. North, C. Pearson // 4th ICOM-CC Triennial Meeting (13 March 1975). – Venice, 1975. – P. 1–14.

26. *North N.A.* Washing Methods for Chloride Removal from Marine Iron Artifacts / N.A. North, C. Pearson // *Studies in Conservation*, 23. – 1978. – P. 174–186.

27. *Turgoose S.* The Nature of Surviving Iron Objects / S. Turgoose // *Conservation of Iron. Maritime Monographs and Reports*, 53. – Greenwich: National Maritime Museum, 1982. – P. 1–7.

28. *Rinuy A.* Application of the Alkaline Sulfite Treatment to Archaeological Iron: A Comparative Study of Different Desalination Methods / A. Rinuy, F. Schweizer // *Conservation of Iron. Maritime Monographs and Reports*, 53. – Greenwich: National Maritime Museum, 1982. – P. 44–49.

29. *Turgoose S.* The Corrosion of Archaeological Iron During Burial and Treatment / S. Turgoose // *Studies in Conservation*, 30. – 1985. – P. 13–18.

30. *Turgoose S.* Structure, Composition and Deterioration of Unearthed Iron Objects / S. Turgoose // *Current Problems in the Conservation of Metal Antiquities*. – Tokyo, 1993. – P. 35–53.

31. *Watkinson D.* Degree of Mineralization: Its Significance for the Stability and Treatment of Excavated Ironwork / D. Watkinson // *Studies in Conservation*, 28. – 1983. – P. 85–90.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
РАЗДЕЛ 1. ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИОННОГО ПРОЦЕССА НА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРЕДМЕТАХ	4
АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ	9
МИНЕРАЛИЗАЦИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДМЕТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗА. АКТИВНАЯ КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗА	13
СТАДИИ СОХРАННОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ПРЕДМЕТОВ	19
ПОСТРАСКОПОЧНАЯ КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ПРЕДМЕТОВ.....	28
РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ РЕСТАВРАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ПРЕДМЕТОВ	31
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ИНСТРУКЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ	31
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ И РАСЧИСТКИ.....	35
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ.....	37
КРИТЕРИИ ВЫБОРА ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ РЕСТАВРАЦИИ .	39
СБОРНИК ИНСТРУКЦИЙ ПО РЕСТАВРАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДМЕТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗА	41
ИНСТРУКЦИЯ Ж-1	41
ИНСТРУКЦИЯ Ж-2	44
ИНСТРУКЦИЯ Ж-3	46
ИНСТРУКЦИЯ Ж-4	49
ИНСТРУКЦИЯ Ж-5	52
ИНСТРУКЦИЯ Ж-6	57
ИНСТРУКЦИЯ Ж-7	61
ИНСТРУКЦИЯ Ж-8	64
ИНСТРУКЦИЯ Ж-9	67

ИНСТРУКЦИЯ Ж-10	69
ИНСТРУКЦИЯ Ж-11	71
ИНСТРУКЦИЯ Ж-12	73
ИНСТРУКЦИЯ Ж-13	75
ИНСТРУКЦИЯ Ж-14	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	81

Учебное издание

Буршнева Светлана Георгиевна

**РЕСТАВРАЦИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ
И ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДМЕТОВ ИЗ ЖЕЛЕЗА**

Учебно-методическое пособие

Редактор
Н.И. Андропова

Корректор
Р.Р. Аубакиров

Компьютерная верстка
Т.В. Уточкиной

Дизайн обложки
Р.М. Абдрахмановой

Подписано в печать 26.03.2019.
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 5,12.
Уч.-изд. л. 2,87. Тираж 48 экз. Заказ 162/1

Отпечатано в типографии Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28