

745.17  
0-94

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ИСТОРИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ.

---

Материалы по методологии археологической технологии,  
издаваемые Институтом Археологической Технологии.

Выпуск II.

**ОЧИСТКА И СОХРАНЕНИЕ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРЕДМЕТОВ  
ДРЕВНОСТИ.**

**I. ЖЕЛЕЗНЫЕ ИЗДЕЛИЯ.**

ЛЕНИНГРАД.  
1925.

745.17  
0-94

ИЗ КНИГ  
С. П. Григорова

МАТЕРИАЛЫ ПО МЕТОДОЛОГИИ АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ.

Выпуск II.

745  
094

# ОЧИСТКА И СОХРАНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРЕДМЕТОВ ДРЕВНОСТИ.

## I. ЖЕЛЕЗНЫЕ ИЗДЕЛИЯ.

Составлено:

горн. инж. Н. Н. Курнаковым научн. сотр. Ин-та,  
при участии научн. сотр. В. А. Унковской,  
под редакцией члена Ин-та В. А. Щавинского.

ЛЕНИНГРАД.

Типография Российского Гидрологического Института.  
1925.

БИБЛИОТЕКА  
И. М. С. П. П. П.  
Инв. № 7797

ПРОВЕРКА

07 ДЕК 2009

+ 902.6

По определению Российской Академии Истории Материальной Культуры. Редактор, ученый секретарь член Академии Б. В. Фармаковский.

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

С тех пор, как человек, изучая жизнь прошлых поколений, обратился к серьезному исследованию памятников седой старины, пред ним всегда возникал вопрос: какие собственно из признаков изучаемого памятника должны считаться его первоначальными признаками и какие из них являются результатом позднейших воздействий причин физического, в широком смысле этого слова, порядка или же результатом деятельности человека позднейших времен.

Классификация признаков по этим категориям должна была всегда предшествовать всякой другой научной группировке их, имеющей задачей определенные заключения и выводы. Раскапывая, например, остатки древней постройки, археолог стремится распознать архитектурные формы, определить нарушения их под влиянием факторов естественных, распознать части, пристроенные и перестроенные позже.

Возникающие при определении древнейших признаков вопросы принадлежат часто к труднейшим, иногда же и к вопросам вовсе неразрешимым за недостатком сохранившихся материалов. Можно ли, например, с полной определенностью говорить о цвете тех живописных произведений, краски которых со временем заведомо сильно изменились?

Из всей совокупности признаков археологического объекта для науки наиболее ценными являются обыкновенно признаки, первоначально ему присущие. Отсюда проистекает неуклонное стремление к распознаванию их и, в случае частичной или полной их утраты, к восстановлению или реставрации предмета в его первоначальном виде.

Как ни почтенно само по себе подобное задание, надо однако сказать, что оно весьма часто вело к пагубным последствиям — искажению или даже полной гибели самого реставрируемого объекта. Причины этому двоякого рода: во-первых, указанные выше трудности при установке действительного характера первоначальных признаков, гадательность их, ведущая к неосновательным предположениям, под которые реставрирующий и старается подогнать обрабатываемый им предмет, во вторых, младенческое состояние науки о методах устранения позднейших наслоений и подготовки предметов к новому музейному периоду их существования. Реставраторское искусство до самого новейшего времени базировалось в лучшем случае на немногих традиционно сохранившихся, часто довольно рискованных приемах, в большинстве же своем было продуктом творчества и результатом варварского экспериментирования совершенно неподготовленных научно к этому профессиональных реставраторов. Правильно рассчитанная на доверчивую наивность таинственность помогает им часто придавать вес и значение своей рецептуре. В такой стадии дело восстановления и охраны памятников старины находится еще довольно часто в культурных странах западной Европы и почти без исключения у нас и до сих пор.

В борьбе с неправильной постановкою реставраторского дела, этим страшным злом, приведшим к гибели бесчисленное количество пощаженных временем ценных реликвий старины, необходимо, следовательно, прежде всего выяснить себе многое, касающееся заданий и целей, к которым должен стремиться расчищающий или реставрирующий старинные предметы. Так например, необходимо решить, действительно ли нужно стремиться во что бы, то ни стало к тому, чтобы сообщить предмету его „первоначальный вид“, или же правильнее было бы, ограничиваясь лишь заботою об устранении пока вредно действующих на него факторов, а также мешающих его изучению наслоений, оставлять его в таком виде, в каком он дошел до нас.

Беря конкретный пример, мы спрашиваем: следует ли удалять с серебряных, медных или бронзовых предметов патину, если таковая не вызывает опасений за сохранность предмета? Следует ли удалять часто встречающийся на золоте, лежавшем в земле, безвредный красноватый налет, если растворяющие его кислоты могут вместе с ним растворить с поверхности часть лигатуры и этим навсегда изменить цвет самого металла? Не правильнее ли было бы, напротив того, беречь всякого рода безвредные патины и налеты, рассматривая их в качестве самостоятельных признаков, изучение которых может привести со временем к ценным результатам?

Единообразия в решении подобного рода вопросов пока нет. В некоторых музеях принято расчищать предметы до последней крайности, в других — сохранять их по возможности в близком к естественному виду. Путешественник, посещающий большие картинные галереи, невольно обращает внимание на то, что Берлинский Кайзер-Фридрих Музеум блещет яркими красками заново вычищенных и густо отлакированных картин, картины же Луврской галереи имеют вид довольно тусклый, матовый от покрывающей их патины старины.

Вторая и не менее важная сторона дела — это научно-правильная постановка реставраторской и консерваторской техники. Вопросами этого рода наука стала заниматься лишь совсем недавно и достигла пока очень немногое. Причиной этому то, что почтенные по своему возрасту археологическая наука и музейное дело находились до сих пор почти исключительно в руках людей, прошедших школу гуманитарных наук и совершенно незнакомых с естественно-научной методологией и лабораторной техникой, а следовательно, и весьма далеких от всего, что касалось материальной сущности изучаемых или охраняемых предметов. К счастью, в настоящее время правильный путь к изучению именно этой их стороны уже найден. Исследование материалов археологических объектов, процессов,

происходящих в них под влиянием различных условий их существования, и вторичных образований позднейшего происхождения, стало уже интересовать естествоиспытателей, откуда они и заимствовали ряд интереснейших тем для своих лабораторных исследований. Работы эти, носящие преимущественно практический характер, велись до сих пор довольно несистематично, так что сводка их по отдельным областям пока лишь в немногих случаях может привести музееведа и археолога к определенному заключению, но все же как тому, так и другому теперь уже совершенно необходимо знакомство с состоянием этой молодой, но много обещающей отрасли знания. Путь к ее изучению Институт Археологической Технологии и хочет облегчить русским ученым, посвящая ей ряд выпусков из серии „Материалов по методологии археологической технологии“, в задачу которой входит также и сводка расбросанных в различных иностранных изданиях работ по восстановлению и охране вещественных памятников старины.

Необходимо однако заметить, что при этом отнюдь не имелось в виду дать в руки людям неподготовленным к точной лабораторной работе сборник рецептов немедленно применимых на практике. Такое пользование публикуемыми материалами могло бы привести лишь к печальным результатам. Археологические объекты слишком разнообразны, чтобы можно было ожидать даже в будущем выработки каких бы то ни было общих шаблонных схем обращения с ними. Поэтому, кроме общего знакомства со свойствами данного материала, в каждом отдельном случае необходимо еще внимательное изучение индивидуальных особенностей каждого предмета, доступное лишь основательно теоретически и практически подготовленному лабораторному работнику.

В. Ц.

## ВВЕДЕНИЕ.

Добытые при раскопках металлические предметы древности от продолжительного лежания в земле всегда бывают покрыты более или менее толстым слоем окисей, различными солями, приставшей к поверхности их земель и пр. Поместить эти предметы в музейные коллекции в том виде и состоянии, как они добыты из раскопок, нельзя по следующим причинам: 1) вторичные образования на поверхности предметов—часто значительно изменяют их форму; 2) процессы, разрушающие металл, при новых условиях хранения, часто не прекращаются, а иногда даже усиливаются и могут привести к полной гибели предмета. Поэтому до поступления в музейные коллекции металлические предметы старины должны подвергнуться в большинстве случаев операциям очистки и предохранения от дальнейшей порчи во время продолжительного хранения в музеях. В предохранительных же мерах иногда нуждаются и предметы, не лежавшие в земле или давно из нее извлеченные, в тех случаях, если условия их хранения вредно отозвались на их состоянии.

Процессы окислительные и солеобразовательные обуславливаются одновременным действием влажности и кислорода воздуха, при содействии некоторых тел, играющих роль посредников. Окислительное действие сухого воздуха, возможное при высоких температурах, происходит при обыкновенной температуре настолько медленно, что им можно практически пренебречь <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Таманн вычислил время, необходимое для получения заметной пленки окислов под действием сухого воздуха при обыкновенной температуре:

для свинца . . . . .	90 лет
„ меди . . . . .	$6 \times 10^8$ „
„ олова . . . . .	$36 \times 10^8$ „
„ железа . . . . .	$25 \times 10^{17}$ „

(Journal of the Oil and Color Chemists Association № 42, December 1923 vol. VI. Статья C. R. Evans The Corrosion of Metals).



Для предохранения от возможного разрушения и лечения пострадавших металлических предметов имеются различные способы, но в большинстве случаев лишь большие музеи находятся в благоприятных условиях для продолжительного и систематического лечения. К сожалению учреждения, располагающие небольшими коллекциями, часто не считают нужным посылать для лечения и принятия предохранительных мер пострадавшие предметы в крупные музеи.

Способов очистки металлических предметов предложено много; для каждого металла в отдельности имеется несколько рецептов. По методам действия на предметы способы очистки разделяются на: 1) механические, 2) химические, 3) электрохимические и 4) термические. В большинстве случаев механическая очистка самостоятельно не производится, сопровождая лишь другие способы очистки.

Ход операций по очистке и консервации металлических предметов древности может быть изображен схемой, приведенной на стр. 9.

Условия хранения уже очищенных предметов в музейных помещениях имеют большое значение для их сохранности; резкие колебания температуры, излишняя влажность воздуха недопустимы. Без соблюдения всех этих условий работа по очистке древностей будет бесполезной, так как очищенные предметы снова начнут „ржаветь“, т. е. покрываться слоем окислов.

### **Свойства некоторых соединений железа.**

Ржавление железа—процесс довольно сложный, до сих пор еще не вполне изученный. Сложность эта становится понятною, если принять во внимание многообразие образующихся при этом соединений, а также тел, играющих роль посредников.

С кислородом железо дает три типа соединений: *закись железа*  $FeO$ —порошок черного цвета, водным соединением которого является белый гидрат закиси

## Очистка и консервация металлических предметов древности.

### Предварительная (механическая) очистка.

Удаление приставших посторонних веществ (песка, земли и проч.) в ручную и щетками.



Механическая обработка твердой корки окислов на предметах с помощью: наждачных или карборундовых кругов, пескоструйных аппаратов, во вращающемся барабане с песком и т. п.



### Химическая очистка.

Посредством различных реактивов (обычно с последующей механической обработкой). Способ *Friswell*'я для железа и проч.

### Электрохимическая очистка.

Способы *Kref-ting*'а и *Finke-ner*'а.

### Термическая очистка.

Посредством накаливания (способ *Schmidt*'а, *Rosenberg*'а, *Blell*'я и др. для железа).



Промывка в дистиллированной воде.



Сушка до полного удаления влаги.



### Обработка предохраняющими веществами.

(Покрытие лаками, американским вазелином, пропитывание параффином и т. п.).

железа  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , быстро окисляющийся на воздухе и переходящий в гидрат окиси железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  красновато-бурого цвета, т. н. ржавчину.

Окись железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —красный порошок; водное соединение его—гидрат окиси  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Закись-окись железа  $\text{Fe}_3\text{O}_4 = \text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  или магнитная окись железа черного цвета, неизменяющаяся от влаги и воздуха. Получается она от накаливания железа при действии воздуха, водяного пара или угольной кислоты.

Образованием на железных изделиях тонкого слоя типа магнитных окисей в технике пользуются при воронении ружейных стволов, изготовлении кровельного железа по т. н. уральскому способу и пр. с целью предохранить железо от ржавления. В практике консервации этим свойством пользуются для предохранения железных предметов по способу *Jacobi*.

С хлором железо дает два типа соединений: *хлористое железо*  $\text{FeCl}_2$ —весьма гигроскопично, расплывается на воздухе, легко растворяется в воде и спирте; *хлорное железо*  $\text{FeCl}_3$ —обладает способностью возгоняться. При нагревании на воздухе  $\text{FeCl}_3$  частично распадается на окись железа и хлор, во влажном воздухе расплывается, в воде растворяется.

Присутствие обеих форм соединения железа с хлором весьма пагубно отзывается на сохранности железных предметов, способствуя быстрому образованию и распространению процессов ржавления, при чем посредствующую роль играют, вероятно, и более сложные соединения—хлорокиси железа.

## О теориях ржавления железа.

Дошедшие до нас железные предметы древности обычно покрыты т. н. *ржавчиной*, т. е. более или менее толстым слоем водных окислов железа сложного состава. Это происходит оттого, что железо, мало изменяющееся под действием сухого воздуха, во влажном воздухе быстро подвергается окислению и „ржавеет“.

По Rathgen'y <sup>1)</sup> цвет и степень распространения ржавчины на железных предметах древности бывают весьма различными; на одном и том же предмете часто одновременно встречаются желтовато-бурые, красноватые и черные оттенки.

Одни предметы покрыты лишь тонким слоем ржавчины, другие—весьма толстым, причем случается, что предмет или проржавел насквозь, или сохранил свою металлическую сердцевину; у некоторых вещей слой ржавчины проникнут землистыми, глинистыми или песчаными частицами.

Rosenberg <sup>2)</sup> разделяет найденные в Дании железные предметы древности по степени их сохранности на следующие группы:

А. Найденные в земле предметы, не подвергшиеся действию огня:

а) с металлической сердцевиной, покрытые толстым слоем ржавчины, неровности которой не вполне точно сохраняют первоначальную форму предмета;

б) без металлической сердцевины, часто полые.

Б. Найденные в земле предметы, подвергшиеся действию огня:

а) покрытые неповрежденным слоем закись-окиси, которая сохраняет форму предмета и имеет гладкую поверхность красновато серо-черного цвета, при хорошо сохранившемся металле;

б) со слоем закись-окиси, который местами нарушен, предмет частично или вполне деформирован; металл не вполне превращен в окислы;

в) со слоем закись-окиси, который местами нарушен, предмет частично или вполне деформирован, без металлической сердцевины.

---

1) F. Rathgen. Die Konservierung von Altertumsfunden. Berlin. 1924. s. 2.

2) G. Rosenberg. Antiquités en fer et en bronze. Kopenhagen. 1917. p. 11.

В. Предметы, найденные в болоте:

а) металлические предметы с пористым черно-бурым или черным слоем гидрата окиси железа, часто с гладкой поверхностью, которая передает первоначальную форму предмета;

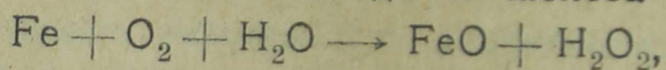
б) с металлическим блеском, поверхность которых более или менее подверглась изменению (раз'едена).

Г. Предметы, найденные в пресной воде или сточных водах:

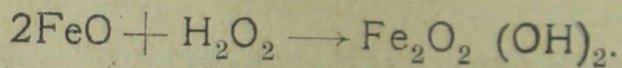
а) с металлической сердцевиной, покрытые слоем ржавчины от бурого до коричневого цвета;

б) без металлической сердцевины.

Для об'яснения процессов, имеющих место при ржавлении железа было предложено много различных теорий. По одной из них <sup>1)</sup> при ржавлении происходит одновременное окисление воды и железа по реакции:



при чем перекись водорода тотчас же соединяется с закисью железа:



По электрохимической теории ржавление железа об'ясняется образованием местных гальванических элементов на поверхности металла.

Обыкновенное техническое железо, идущее на изготовление различных предметов, как в древнее, так и в настоящее время, представляет не химически-чистое железо, а соединение его с различными примесями: углеродом, кремнием, марганцем, фосфором, серой и пр., которые попадают в металл при фабрикации из железных руд. При соприкосновении железа с водою, в состав которой входит кислород, будь последняя в жидком или газообразном состоянии (т. е. с влажностью воздуха или почвы), между различными элементами, входящими в состав металла, возникают местные электрические токи. При этом происходит разложение воды, часть железа превращается в соеди-

<sup>1)</sup> А. Смитт. Введение в неорганическую химию. Издательство „Mathesis“. Одесса, 1911 г., стр. 787.

нение железа с кислородом, которое впоследствии и выделяется в виде ржавчины. Затем ржавчина, вследствие своей пористой структуры, сгущает газы воздуха, способствуя дальнейшему развитию процессов ржавления. Mueller <sup>1)</sup> указывает, что последнее явление весьма характерно для железа. В том месте, где началось образование ржавчины, оно продолжается, и ржавчина раз'едает предмет дальше. Однако одной электрохимической теорией не удастся об'яснить весь процесс ржавления железа в его совокупности.

По теории проф. В. А. Кистяковского <sup>2)</sup> предварительной стадией процесса ржавления железа следует считать образование на поверхности железа стекло-видной аморфной пленки окислов железа. Затем только начинается собственно ржавление с разрушением этой пленки кристаллизацией с дальнейшим оголением металлического железа. В сухом воздухе процесс ржавления совершается крайне медленно, ибо он сводится к кристаллизации пленки, т. е. к распространению кристаллического состояния от центров кристаллизации и к появлению новых центров кристаллизации. Во влажном воздухе поверхность железа, покрываясь слоем электролита, находится качественно в тех же условиях, как и при погружении металла в электролит. В последнем случае к механическому разрушению пленки (за счет процесса ее кристаллизации) присоединяется работа местных токов, отчасти разрушающая пленку и создающая благоприятные условия для образования большого числа новых кристаллизационных центров, из которых опять таки распространяется ржавление. Так как процесс образования пленки может быть и химическим (железо, полированное в атмосфере сухого воздуха) и электрохимическим (железо во влажной атмосфере), то понятно, что распространение ржавления в толщу железа в зависимости от условий может быть и простым окислением (при высоких температурах), и

<sup>1)</sup> E. Mueller. Das Eisen. Dresden, 1917, s. 109.

<sup>2)</sup> В. А. Кистяковский. Электрохимия. Ленинград 1912—1916. II, стр. 388—389.

характерным электрохимическим процессом. Очистка железа и стали, т. е. уничтожение кристаллизационных центров способствует хорошему состоянию поверхности металла, т. е. сохранению стекловидной пленки окислов.

Под действием местных токов происходит перенос ионов хлора (из хлористых солей в почве или морской воде), брома и иода (в морской воде), также разрушающих пленку; кроме того ионы угольной кислоты, растворенные в воде, действуя химическим путем и разрушая стекловидную пленку, также ускоряют процессы ржавления железных предметов.

Поэтому железные предметы, долго находившиеся во влажной почве, содержащей хлористые соли, или в морской воде, бывают особенно сильно раз'едены ржавчиной.

На ускоряющее действие присутствия хлористых соединений при процессе ржавления железа ранее не обращали должного внимания.

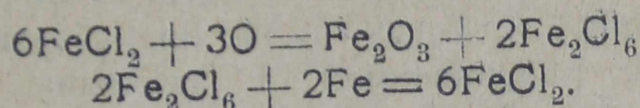
При старых способах консервации, заржавленные железные предметы древности обычно подвергались механической очистке и затем предохранялись продолжительным прогреванием в нефтяном или скипидарном лаке. Так как эти вещества образуют предохранительное покрытие от атмосферной влажности, то полагали, что этим достигается защита их на продолжительное время. Однако выяснилось, что через некоторое время предметы опять покрывались ржавчиной, так что железо вновь приходилось прогревать в лаке; но и это не защищало от последующего, иногда полного разрушения. У предохраненных этим способом предметов нередко наблюдались шелушение и отпадение кусочков.

Новейшими исследованиями Rosenberg'a и д-ра Scott'a<sup>1)</sup> установлено, что причиной разрушения является присутствие хлористых соединений железа, образовавшихся, когда оно лежало в земле, под влиянием почвенных вод, содержащих хлористый натрий.

<sup>1)</sup> Scott. The Cleaning und Restoration of Museum Exhibits. Report upon investigations conducted at the British Museum, published by H. M. Stationary Office. London 1921. p. 10.

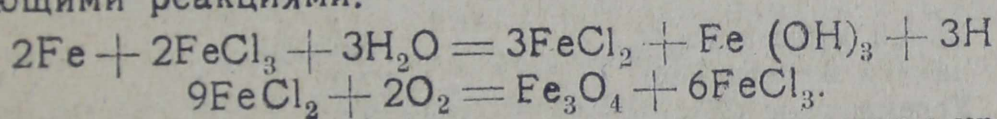
В этом случае активным элементом является по Scott'у ион хлора, который в присутствии воды, угольной кислоты и органических веществ кислотного характера быстро поражает железо, образуя сначала хлористое железо, дающее с воздухом и влагой основные хлориды железа <sup>1)</sup>, которые в свою очередь опять дают хлористое железо и гидрат окиси железа.

Olhause n <sup>2)</sup> объясняет разрушение металлического железа, производимое хлористыми солями, следующими реакциями:



Согласно этим реакциям из хлористого железа при действии кислорода воздуха осаждается окись железа, при чем из хлористого железа получается хлорное, последнее же, при соприкосновении с металлическим железом, переводит его в раствор, образуя при этом снова более богатое железом хлористое соединение; затем реакция начинается сызнова.

Rosenberg <sup>3)</sup> произвел ряд исследований металлического железа в состоянии процесса ржавления в особенности в присутствии хлористых соединений и объясняет этот процесс подобно Olhause n'у следующими реакциями:



Во многих почвах процессы ржавления идут с чрезвычайною быстротою, зависящей от присутствия в них хлористых солей. Извлеченные из них предметы, даже перемещенные в сухое помещение музея, быстро продолжают покрываться ржавчиной, так как при некоторых условиях (напр., при туманах Англии) атмосфера всегда содержит достаточно воды, чтобы содействовать воздуху и хлору в раз'едании железа. В туманную погоду на железных предметах появляются прозрачные капли

<sup>1)</sup> Напр. хлорокиси типа  $\text{Fe}(\text{OH})\text{Cl}_2$ .

<sup>2)</sup> Rathgen. Die Konservierung von Altertumsfun den. Berlin. 1924., s. 5.

<sup>3)</sup> Ibid. s. 9.



жидкости, быстро превращающиеся в пленку красноватой ржавчины. Эти капли содержат значительное количество хлористых солей.

Занимаясь исследованием этого рода явлений и способов борьбы с ними д-р Scott производил свои наблюдения <sup>1)</sup> над двумя железными брусками, покрытыми ржавчиной с примесью частиц глины и песка. После обработки их в кипящем растворе едкого натра для разложения соединений хлора и тщательной промывки прошло несколько месяцев до появления вновь капель жидкости. Тогда была произведена последняя обработка, направленная к удалению оставшихся следов хлора. В ванне, электролитом которой был раствор едкого натра, катодом служили испытуемые железные бруски, погруженные полностью в электролит, а анодом—цинк. Целью этой операции было выделение остатков хлора в виде хлористого цинка на аноде. Обработанные таким образом бруски сохраняются успешно <sup>2)</sup>, но все еще находятся под наблюдением.

Анализы ржавчины подтвердили данные о роли хлористых соединений в процессе ржавления.

Так Rathgen <sup>3)</sup> приводит средние цифры анализов ржавчинного слоя различных северных железных предметов старины, произведенных Krefting'ом:

Окиси железа $Fe_2O_3$ . . . . .	7,05	%	
Закиси железа $FeO$ . . . . .	12,05	"	
Углекислоты $CO_2$ . . . . .	3,9	"	
Окиси кальция $CaO$ . . . . .	0,58	"	
Окиси магния $MgO$ . . . . .	0,09	"	
Хлористого железа $FeCl_2$ . . . . .	0,260	"	} 0,61% раство- римой соли.
Хлористого кальция $CaCl_2$ . . . . .	0,280	"	
Хлористого магния $MgCl_2$ . . . . .	0,023	"	
Хлористого калия $KCl$ . . . . .	0,018	"	
Хлористого натрия $NaCl$ . . . . .	0,027	"	
Химическ. связанной воды . . . . .	8,0	"	
Влаги . . . . .	1,50	"	
Органических веществ . . . . .	0,97	"	

<sup>1)</sup> Отчет д-ра Scott'а, стр. 11.

<sup>2)</sup> Это замечание относится ко времени опубликования отчета д-ра Scott'а.

<sup>3)</sup> Rathgen. Изд. 1924 г., стр. 4.

Rathgen<sup>1)</sup> указывает, что часто при более внимательном рассмотрении на железных предметах, покрытых ржавчиной, местами показываются маленькие пузырьки блестящей бурой окраски, которые в одних случаях являются сухими и содержат тогда воздух, а в других представляют собой маленькие капельки, состоящие из раствора в воде хлористых соединений железа и покрытых пленочкой выделившихся кислородных соединений железа. Эти пузырьки по наблюдениям E. Friedel'я появляются обыкновенно после извлечения из земли железных предметов при хранении их в музеях. Если содержание хлористых соединений в предмете незначительно, то, при условии хранения не в очень сырых помещениях, они остаются большею частью маленькими; появляясь же в большом количестве способствуют сильному отпадению частиц ржавчины. Но там, где содержание хлористых соединений больше, эти пузырьки начинают расти, придавая предмету весьма своеобразный вид.

Иногда железные предметы уже при извлечении из земли оказываются покрытыми большею частью твердыми бурыми пузырьками. Внутренность их состоит из смеси хлористого железа с кислородными соединениями железа. Внешняя оболочка, нацело окисленная в окислы железа, иногда бывает настолько твердой, что ее можно разбить только с помощью молотка.

К этому же типу процессов могут быть отнесены явления, наблюдавшиеся на т. н. „плачущем метеорите“, находящемся в музее Ленинградского Горного Института. Метеорит по извлечении из земли был очищен от ржавчины и выставлен в музее для обозрения. Через некоторое время он стал отпотевать, покрываться каплями и снова ржаветь<sup>3)</sup>. Эти явления можно объяснить присутствием почвенных вод, пропитавших метеорит во время его нахождения в земле, и постепенно проступающих на поверхность.

1) Rathgen. Изд. 1924 г., стр. 4.

2) Проф. Норденшильд рекомендовал сохранять этот метеорит в керосине.



## Старые способы сохранения железных предметов без удаления имеющейся на них ржавчины.

Более ранние способы сохранения железных предметов без удаления образовавшейся на них ржавчины сводились к простой механической очистке (если, конечно, она была допустима по состоянию предмета), и затем к пропитыванию различными веществами: клеевым раствором, лаками и, чаще всего, парафином. В некоторых способах операции пропитывания предшествовало выщелачивание с целью удалить хлористые соединения, вызывающие ржавление железных предметов, не достигавшее впрочем цели. Сюда относятся описанные Rathgen'ом<sup>1)</sup> способы Krause, Eckhoff, Straberger'a и Hartwich'a.

В настоящее время все способы консервации без полного удаления хлористых солей следует считать не достигающими своей цели или даже вредными, т. к. они совершенно не предохраняют железных предметов от дальнейшего ржавления и разрушения. Кроме того покрытые даммаровым, копаловым и янтарным лаками предметы имеют сильно блестящий вид, нередко искажающий общее впечатление.

Согласно исследованиям Rosenberg'a<sup>2)</sup> полное удаление хлористых соединений посредством выщелачивания практически неосуществимо даже для небольших предметов. Поэтому все новейшие способы очистки и консервации железных предметов древности имеют прежде всего целью полное удаление хлористых соединений и влаги, вызывающих ржавление железа, и создание условий, при которых очищенные от ржавчины предметы не могли бы вновь ржаветь; вот почему парафинирование предметов в этих методах является заключительной операцией, а не основной или даже единственной, как это было при старых способах.

<sup>1)</sup> Rathgen. Die Konservierung von Altertumsfunden. 1908, стр. 79 — 88.

<sup>2)</sup> Rosenberg. Antiquités en fer et en bronze, стр. 7.

## Современные способы очистки и консервации.

По методам действия на предметы все современные способы очистки железных изделий разделяются на: 1) термические, обычно с последующей химической обработкой, 2) электро-химические, 3) химические и 4) механические. Последние редко применяются самостоятельно, обыкновенно сопровождая способы первых трех групп.

Прежде чем приступить к изложению различных способов очистки железных вещей, необходимо описать особый прибор, введенный Rosenberg'ом в практику консервации металлических предметов, названный им „увлажнительной камерой“, имеющий целью обнаружить присутствие в толще ржавчины вредных хлористых соединений.

### Увлажнительная камера Rosenberg'a.

Действие увлажнительной камеры Rosenberg'a сводится к ускорению процессов ржавления железных предметов, в нее помещенных, вследствие создания в камере влажной атмосферы.

Rosenberg так описывает конструкцию увлажнительной камеры: 1) „стеклянный цилиндр с шлифованной крышкой может служить увлажнительной камерой. На расстоянии 3 см. от дна цилиндра имеется дырчатая цинковая пластинка, на которую помещают предмет. В цилиндр наливают немного воды, чтобы покрыть дно. Эта вода испаряется и насыщает заключенный в цилиндре воздух влагою. Для предохранения от гниения и плесени в воду можно прибавить немного карболовой кислоты“.

Rosenberg следующим образом описывает явления, наблюдаемые при содержании в увлажнительной камере железных предметов, имеющих металлическую сердцевину и покрытых слоем ржавчины 2): „Предмет,

1) Rosenberg. Antiquités en fer et en bronze, стр. 33.

2) См. классификацию Rosenberg'a группа А, стр. 11.

будучи помещен в увлажнительную камеру, быстро покрывается сверху ржавчинного слоя мелкими каплями, или же трещины и поры ржавчины покрываются зеленоватыми, черными или бурыми пятнами. Капли обычно показываются уже после 24 часов, а затем увеличиваются в числе и размерах. В случае, если под плотным, пористым, способным удержать большое количество влаги слоем ржавчины, сохранились лишь небольшие остатки металлического железа, растворенные хлористые соединения железа выступают лишь спустя 10—20 дней<sup>1)</sup>.

Поэтому, если на поверхности предметов, помещенных в увлажнительную камеру, выступают пятна, то можно считать, что эти предметы: 1) содержат металл, 2) что они содержат хлористые соединения, 3) что воздух до известной степени может проникать в толщу ржавчины и 4) что, следовательно, предметы эти недолговечны на воздухе без специальной очистки. Увлажнительная камера, таким образом, дает ряд очень важных для консерватора указаний.

### Механическая очистка.

Применяется для удаления приставших к предмету посторонних частиц и части покрывающей предмет корки ржавчины.

Rosenberg рекомендует производить удаление корки ржавчины после обработки в увлажнительной камере, т. к. тогда эта корка становится более рыхлой и менее твердой; Schmidt удаляет ее после накаливания (при котором корка трескается и частично отскакивает) обработкой предметов струей песка из специальных пескоструйных аппаратов.

Механическая очистка производится с помощью различных инструментов. Применение резца и молотка не может быть рекомендовано во избежание деформирования предметов. Удаление твердой корки весьма

<sup>1)</sup> Rathgen. Изд. 1924 г., стр. 48.

успешно производится вращающимися песчаными, точильными, наждачными или карборундовыми кругами, фрезерами, сверлами на подобие применяемых дантистами и пр. приспособлениями, приводимыми в действие, для удобства работ, небольшим электромотором, т. к. при этом руки оператора остаются свободными. Для удаления получающейся при работе пыли пользуются электрическими вентиляторами.

Очистку предметов незначительной ценности и поступающих в обработку в большом количестве, напр.: гвоздей, частей обшивки построек, бритв, пряжек и пр. Schmidt производит во вращающемся, наполненном песком барабане, приводимом в действие электромотором.

### Термические способы.

Представляя довольно грубую операцию нагревания предметов до температуры красного каления (700—900°C), что должно производиться с большою осторожностью, способ этот тем не менее получил за последнее время большое распространение в музейной практике.

В обработку посредством термических способов могут поступать лишь предметы, сохранившие железную сердцевину. Наличие последней в железном предмете определяется его весом; средний вес предметов, сохранивших железную сердцевину, определяется путем опыта для отдельных типов. Кроме того определением удельного веса предметов можно установить, имеется ли в нем железная сердцевина или нет.

Для сравнения получаемых при этом цифр приводим удельный вес различных соединений железа:

#### Удельный вес:

Металлическое железо около . . . . .	7,8
Окись железа $Fe_2O_3$ . . . . .	5,12—5,24
Закись-окись (магнитная окись) $Fe_3O_4$ . . . . .	4,96—5,40
Магнитный железняк (минерал) $Fe_3O_4$ . . . . .	4,9—5,2
Хлористое железо $FeCl_2$ . . . . .	2,58—2,98
Хлорное железо $FeCl_3$ . . . . .	2,8

Schmidt указывает, что в некоторых случаях просвечивание Рентгеновскими лучами может дать опору при суждении о плотности массы.

Нагревание желательно производить в нейтральной атмосфере для предупреждения ненужного окисления. Введенные в лабораторную практику методы электро-термического нагревания в электрических печах (типа Hegeus'а и др.) могут быть настойчиво рекомендованы для этих операций. Главные преимущества электрических печей: отсутствие окислительных реакций пламени, быстрота работы, легкость регулировки и компактность устройства являются в данном случае особенно ценными.

Следует заметить, что при температуре свыше  $800^{\circ}\text{C}$  сталь претерпевает различные структурные превращения, изменяющие ее природу: медленно охлажденная после нагрева она перестает быть твердой („отпускается“); при быстром охлаждении, напр. при погружении в воду, могут появиться трещины.

При очистке железных предметов термическим путем (способы Rosenberg'а, Schmidt'а, Blell'я и др.) от нагревания до температуры красного каления содержащаяся в предмете влага испаряется, хлористые соединения железа частично разлагаются на окислы и хлор; вследствие различного коэффициента расширения ржавчины и металлического железа она отскакивает и предмет освобождается от большей части покрывавшей его ржавчины.

### **Способ Rosenberg'а.**

Предмет обвивается мягкой железной проволокой толщиной в 0,3 мм. и затем асбестовой бумагой. Начинают с плотного обертывания разрушенных ржавчиной и не содержащих более металла мест, стараясь не производить никакого давления. При этом проволока укладывается в углубления неровных поверхностей таким образом, чтобы она следовала возможно ближе очертаниям предмета. Далее предмет обертывают по-

лосами асбестовой бумаги такой длины, чтобы везде имелся двойной ряд ее. Затем предмет часто обматывается проволокой, так чтобы не оставалось промежутков более 3—4 мм. Чтобы проволочная обмотка не могла соскользнуть, она связывается в нужных местах. Наконец, для увеличения прочности обмотки по длине предмета прокладывается более толстая проволока, скрепляемая 2-х миллиметровую проволокою. Таким образом обернутый предмет высушивается при температуре свыше  $100^{\circ}$  С и затем нагревается по меньшей мере четверть часа до красного каления. При этом часть хлористых солей железа улетучивается в виде насевшего на проволоку возгона. Кроме того удаляются продукты разложения хлористых и углеродистых соединений. До красна накаленный предмет помещается затем посредством щипцов в железный горшок с холодным насыщенным раствором соды или поташа<sup>1)</sup>, который нагревается до кипения и предмет в нем кипятится в продолжение 2—6 часов. При нагревании до красна металлическое железо расширяется сильнее, чем покрывающий его слой ржавчины, и поэтому в последнем образуются крайне тонкие трещины. Когда железо опять уменьшается в объеме, вследствие охлаждения, в растворе едкого натра, часть раствора, как полагает Rosenberg, проникает в трещины и, реагируя с хлористым железом, дает хлористый натрий, а в случае раствора поташа—хлористый калий.

Теперь следует лишь удалить остаток хлористых соединений и изолировать оставшийся слой ржавчины от действия воздуха. Это достигается помещением еще мокрого предмета в большой сосуд с кипящей дистиллированной водой. После 12 часов кипячения вода возобновляется с добавлением такого количества чистого, не содержащего хлор поташа, чтобы вода имела слабо щелочную реакцию, или же применяют смесь из 50 куб. см  $40^{\circ}$  *Вотé* (1,323 уд. в.) раствора по-

---

<sup>1)</sup> Впоследствии заменяется раствором не содержащего хлор едкого кали  $28^{\circ}$  *Вотé* (1,241 уд. веса).



таша на 150 литров воды. Эти растворы применяются тоже в кипящем состоянии.

После 24 часов выщелачивают предмет дистиллированной водой и затем, еще горячий предмет помещают в расплавленный парафин, нагреваемый до 125° С до тех пор пока на поверхности его не перестанут показываться пузырьки, т. е. в продолжении 6—14 часов. Парафиновую ванну охлаждают до 85° С (температура плавления парафина 56° С), вынимают из нее предмет на фильтровальную бумагу, чтобы жидкий парафин мог стечь. После застывания парафина, снимают проволоку и асбест и удаляют избыток парафина осторожным нагреванием над пламенем. Бывшие до обработки твердыми и с трудом удаляемыми пузыри ржавчины легко отстают.

Для укрепления поломанных кусков парафинированных железных предметов Rosenberg применяет клей, состоящий из:

90 гр. канифоли . . . . .	120 гр. аммиачн. камеди.
180 гр. карнаубского воска .	120 гр. шеллака
300 гр. гуттаперчи . . . . .	30 гр. венециан. терпентина.

### Способ Schmidt'a<sup>1)</sup>.

Обработка предметов производится в следующем порядке: прокаливание до красна (т.е. до 600—800° С) без охлаждения водою, удаление окалины и наростов ржавчины посредством постукивания, очистка проволоочной щеткой в струе воды, помещение на короткий срок в 1/2% раствор серной кислоты и затем в известковое молоко и, наконец, нагревание в парафине. В отличие от других способов, напр., Rosenberg'a, быстрое погружение в воду накаливаемых до красна предметов не производится. Согласно Schmidt'у, преимущество его способа заключается в том, что он предот-

<sup>1)</sup> С успехом применяется в Генерал-Консерваториуме памятников искусств и старины в Мюнхене. *Museumskunde*. Berlin. т. IX. 1913, стр. 144.

вращает дальнейшее ржавление и что предметы после обработки обнаруживают натуральный цвет железа. Потери объема, которого многие опасаются, по данным Schmidt'a не наблюдается. Если в предмете после обработки обнаруживаются углубления, то они были уже там, когда было приступлено к работе и только были скрыты ржавчиной. Лучшим доказательством того, что в железном материале не происходит никакой убыли, служит обнаружение отшлифованных и отполированных первоначальных поверхностей, острых лезвий, оконтуренных и накладных украшений. В практике Мюнхенского Генерал Консерваториума приходится иметь дело с предметами незначительной ценности, как напр., с сотнями гвоздей и частей обшивки остатков римских построек. Такие предметы после прокаливания, в продолжение 1—1½ ч. очищаются базальтовым песком во вращающемся барабане, приводимом в движение мотором. Машина исполняет работу препаратора, который таким образом освобождается от стряхивания ржавчины постукиванием, что заняло бы у него целые дни. Затем совершенно очищенные предметы вынимаются из барабана и переносятся в параффиновую ванну.

Применением метода, уже давно получившего широкое распространение в технике, а именно обработкой предметов струей песка, Schmidt достиг дальнейшего упрощения способа сохранения железа. Прокаленные предметы переносятся под струю песка, производимую пескоструйными аппаратами, которая в кратчайшее время снимает ржавчину. Предмет средней величины, осторожное стряхивание с которого займет 30 минут, таким образом очищается совершенно в 1½—2 минуты. Вместе с выигрышем времени получается еще то преимущество, что не требуется больше опускать предмет в кислоту: при легкой очистке щеткой под водою цвет железной поверхности выступает окончательно, так что сейчас же можно начать параффинирование. Также с бритв, пряжек, подвесок, фибул, которые в большинстве случаев уже не содержат железной сердцевины и поэтому не могут быть прокали-

ваемы, пескоструйные аппараты удаляют значительное количество ржавчины, вплоть до самых твердых пузырей и комков, которые поддаются только обработке на фрезерном станке.

Перед восстановительными методами и способом Krefting'a метод Schmidt'a имеет некоторое преимущество. Погнутым и деформированным предметам можно безвредно придавать их первоначальную форму; черная ржавчина, в большинстве случаев чрезвычайно твердая, почти совершенно превращается в порошок и не нуждается в применении долота и буравчика; общая продолжительность обработки по способу Schmidt'a составляет  $\frac{1}{10}$  —  $\frac{1}{8}$  времени, занятого при восстановительном способе, при чем в обоих методах работа, производимая руками, занимает приблизительно одно и то же время. Согласно Rathgen'у по способу Schmidt'a легко очищаются предметы, поверхность которых покрыта толстым слоем ржавчины около 1 мм.

### Способ Blell'я.

Хорошо сохранивший свою металлическую поверхность железный предмет осторожно нагревается до слабо красного каления и затем погружается в воду. Происходящее вследствие нагревания, расширение предмета с последующим сжатием от быстрого охлаждения производит интенсивное разрыхление слоя ржавчины. Для предметов значительной величины с твердой и крепко приставшей ржавчиной эту операцию повторяют. Нагревание небольших предметов производится в пламени спиртовой горелки или горелки Бунзена. Для всех острых инструментов и оружия, в особенности для клинков мечей, погружение в воду не производится, т. к. может вызвать появление трещин. Для удаления ржавчины предмет обрабатывается разведенной серной кислотой (1 часть кислоты на 9 частей воды). От действия серной кислоты на железо выделяется водород, который механически отделяет ржавчину. Для полного удаления оставшихся частиц ржавчины применяется ме-

механическая обработка: чаще всего обтирание тряпками, постукивание молотком, чистка крупным песком, обработка резцом, фрезерами и сверлильными инструментами. При твердо приставших скоплениях ржавчины уже очищенные поверхности должны быть защищены жиром или воском, после чего снова приступают к очистке заржавленных мест, пока вся ржавчина не будет удалена с предмета.

Для удаления остатков серной кислоты предмет погружается в теплую воду, тщательно обмывается и просушивается в льняной пакле. Предметы с острыми концами предпочтительнее обтирать полотенцами во избежание пристаивания пакли. Эти операции должны производиться возможно скорее, потому что могут вызвать переход обычного светло-серого оттенка в неприятный желтоватый, обусловленный появлением нового налета ржавчины. Для предметов сложной формы можно рекомендовать сушку в подогретых сосновых опилках. Затем всю поверхность высушенного предмета покрывают при помощи кисти жидким, не содержащим солей, свиным салом и выдерживают в этом состоянии по меньшей мере полчаса в не слишком горячем сушильном шкафу, чтобы сало проникло во все поры. После этого приступают к удалению сала с поверхности предмета и предохранению последнего от нового ржавления под действием воды и сырости.

Для удаления пристаившего сала предмет помещают на пропускную бумагу в теплом месте. Остатки сала окончательно удаляют посредством щетинной кисти или тряпки, смоченной бензином<sup>1)</sup>.

### Способ Jacobi<sup>2)</sup>.

Предмет нагревают в кузнечном горне; при этом отскакивает большая часть ржавчины, остатки последней удаляются механически или применением щетки и

1) F. Rathgen. Die Konservierung von Altertumsfunden. Berlin 1924, стр. 54.

2) Rathgen, стр. 53.

струи воды. Затем предмет снова нагревают на огне, держа его щипцами, и быстро выносят из пламени 3—4 раза, покрывая его каждый раз льняным маслом. При этом большая часть льняного масла сгорает, и железо получает от образующихся при сгорании масла углеродистых веществ черный цвет с легким глянцем.

Эта операция имеет целью образование на поверхности железного предмета слоя стойкого окисла типа магнитных окисей, не изменяющихся от действия воздуха и влаги и вполне аналогична так наз. воронению, производимому в технике для предохранения от ржавления ружейных стволов. Как утверждают, в редких лишь случаях требуется повторная операция; это бывает, когда железо содержит хлористые соединения.

### **Электро-химические способы.**

Железный предмет помещается в электролитическую ванну и соединяется с катодом. Под действием электрического тока, входящая в состав электролита вода разлагается на составные части: кислород и водород; последний выделяется на катоде, соединенном с железным предметом. Отделяющиеся пузырьки водорода действуют частью механически, отделяя чешуйки ржавчины на предмете, частью химически, восстанавливая содержащиеся на предмете хлористые соединения, переводя их в электролит, откуда они удаляются тщательной промывкой.

#### **Способ Krefting'a <sup>1)</sup>.**

У подлежащего обработке предмета снимают напильником в нескольких местах слой ржавчины, чтобы обнаружилось металлическое железо, и обвивают его цинковыми полосами так, чтобы последние касались обнаженных мест. Обернутый таким образом предмет помещается в 4% или 5% раствор едкого натра, налитый в стеклянный или керамический, внутри

<sup>1)</sup> The Museums Journal № 5, ноябрь 1913, стр. 163.

покрытый глазурью сосуд. Предмет не кладется плашмя, а помещается в высоком сосуде вертикально или несколько наклонно, чтобы выделяющиеся пузырьки водорода имели наибольшее соприкосновение с железным предметом.

Цинковые полосы нарезаются из листового цинка толщиной 0,2 мм. и  $1/2$ —1 см. шириною. Немедленно по помещении в раствор предмета начинается восстановление; это можно заметить по выделяющимся пузырькам газа. Металлическое железо предмета является отрицательным полюсом (катодом), цинк—положительным (анодом) гальванического элемента, который разлагает воду на ее составные части. На катоде выделяется водород в виде пузырьков и действует частью механически, отделяя частицы ржавчины, подобно тому как это происходит в способе Blell'я, частью восстанавливая ржавчину до металлического железа, а кислород на аноде соединяется с цинком и дает окись цинка, которая растворяется в электролите и частью выпадает в виде белой массы.

Рекомендуется от времени до времени перемешивание электролита. Восстановление заканчивается большей частью в продолжении 24 часов. Тогда предмет вынимается и помещается в проточную воду, затем удаляют остатки цинковых полос и грубой щеткой счищают черный порошок, скопившийся на железном предмете. В случае присутствия частиц черной закисью-окиси, последняя удаляется механически помощью различных инструментов.

Затем вторично производят обертывание цинковыми полосами и помещают в 2—3% раствор едкого натра.

Когда восстановление закончено, предмет хорошо промывается и погружается в парафин, нагретый до  $120^{\circ}$ . После того, как перестанут выделяться пузырьки из парафина, что указывает на полное удаление влаги из предмета, парафиновая ванна нагревается до  $135^{\circ}$  С и затем охлаждается до  $80^{\circ}$  С, после чего предмет вынимается и кладется на фильтровальную бумагу для удаления избытка парафина.

Если во время работы по способу Krefting'a обнаруживается, что предмет покрыт проходящим насквозь твердым черным слоем закись-окиси, так что удаление последней может превратить предмет в род железного скелета, то процесс восстановления следует прервать и предмет тщательно промыть и высушив, положить в параффиновую ванну. Предварительно перед этой операцией поверхность предмета, сделавшуюся после выщелачивания желтоватой, очищают до глянца стальной проволочной щеткой.

Обработка по способу Krefting'a предметов с инкрустациями и украшениями из различных металлов, золота, серебра и пр. должна производиться с большою осторожностью, так как если под этими инкрустациями имеется ржавчина, то вместе с последней, при ее удалении, сойдут все вышележащие украшения.

### **Видоизменения способа Krefting'a.**

Вместо цинковых полос можно взять цинковые зерна, алюминий или магний, вместо раствора едкого натра—раствор цианистого калия, углекислого аммония, уксусную кислоту. В случае применения кислот для нейтрализации пользуются раствором щелочи.

### **Способ Rousopoulos'a <sup>1)</sup>.**

Железные предметы посыпаются цинковой пылью и обертываются цинковыми полосами. Снимания местами слоя ржавчины напильником, как это делается в способе Krefting'a здесь не производится. Ванной служит 10% раствор едкого натра, чем достигается быстрое восстановление. После восстановления предметы несколько раз промываются в дистиллиро-

---

<sup>1)</sup> Museumskunde, 1911, стр. 108.

ванной воде, обрабатываются проволочной щеткой и наконец помещаются в спирт. Затем производится высушивание и обработка цапоном <sup>1)</sup>).

### Способ Mc. L a r e.

Для удаления ржавчины с железных предметов в масштабе массового производства Mc. L a r e <sup>2)</sup> в Англии с успехом применяет электролиз в щелочном растворе. Освобождаемый от ржавчины предмет является катодом, а анодом служит железный сосуд. В качестве электролита применяется ванна следующего состава:

- 75 гр. едкого натра,
- 75 гр. соды,
- 25 гр. сернокислого натра,
- 6 гр. цианистого калия,
- 1 литр воды.

Восстановленное из ржавчины железо дает черный осадок на предмете, легко удаляемый смыванием или механическим стиранием. Температуру электролита рекомендуется держать близкой к кипению. Из электрической ванны предмет поступает в сосуд с горячей водой для промывания от щелочи.

## Химические способы.

### Способ Rathgen'a.

По Rathgen'y <sup>3)</sup>, лежавшие в земле железные предметы могут быть предохранены, если вызывающие ржавчину хлористые соли (о чем говорилось выше) удалены промывкой, после чего предметы снова су-

<sup>1)</sup> Цапон-раствор нитроцеллюлозы в амил-ацетате обладает почти взрывчатой воспламеняемостью, что затрудняет его применяемость. Для замены цапона предложен целлон, получаемый из целлита. Прозрачный целлоновый лак, изготавливаемый в Целлоновой Лаборатории в Шарлоттенбурге (в Германии) Oganienstrasse 11, стоил до войны 5 марок кило.

<sup>2)</sup> Engineering 1924, том 117, стр. 25.

<sup>3)</sup> The Museums Journal. 1913, № 5, стр. 163.



шатся и затем прогреваются в скипидарном лаке. Однако лучшие результаты получаются от помещения еще мокрого предмета в расплавленный парафин, нагретый до  $120^{\circ}\text{C}$ ., при чем вода полностью превращается в пар, что можно узнать по сильному выделению пузырьков. Парафин же входит во все пустоты предмета. После того, как ванна охлаждена до  $80^{\circ}$ , железо вынимается, свободно заворачивается в кусок сукна и оставляется так до полного охлаждения. Если в углублениях остается еще лишний парафин, он может быть удален механически и остатки его рассеяны с помощью легкого пламени. Этот способ пропитывания не может быть применен к железным предметам, у которых ржавчина почти или совсем уничтожила металл. Если же предмет покрыт тонким слоем ржавчины, последнюю можно удалить совершенно.

### Способ Friswell'я.

Friswell<sup>1)</sup> предлагает следующий способ предохранения железа от ржавчины.

При обработке оружия слой ржавчины удаляется кипячением в 2-х<sup>0</sup>/о растворе едкого натра с последующим охлаждением в этом же растворе. Это разлагает хлористые соли. Затем следует предохранение. Для этой цели железо основательно высушивается, подогревается до  $150^{\circ}\text{C}$ . и затем натирается куском парафина. В указанной температуре он чрезвычайно жидок и низкое поверхностное натяжение позволяет ему проникать в самые мелкие трещины и щели.

### Обработка железных предметов с инкрустациями из других металлов.

При обработке таких предметов по способу Kref-ting'a легко могут сойти все украшения из других металлов (золота, серебра, меди и пр.). Предмет, отно-

<sup>1)</sup> The Museums Journal, vol. 5 January 1906, № 7, стр. 243. Газета Times от 16 января 1906 года.

сительно которого опасаются, что в нем под слоем ржавчины могут скрываться золотые и серебряные украшения, по Appelgren'у, должен быть подвергнут предварительной обработке, заключающейся в помещении предмета в чистую воду, при чем последняя ежедневно возобновляется, затем осторожной обработке стальной щеткой. При этом после некоторого времени (около 3-х недель) сходит такое количество ржавчины, что орнаменты по меньшей мере частично, обнажаются и становятся видными. Если под украшениями обнаруживается ржавчина, то обработка по способу Krefting'a не должна применяться, так как все украшения, инкрустации и пр. могут сойти.

### Способ Krause.

Krause<sup>1)</sup> предложил способ для предметов с украшениями, при котором металл не изменяется, а украшения обнажаются. Предмет кладут на бок, на котором находятся украшения и в продолжении 24 часов он обрабатывается смесью из 10 частей уксусной кислоты, 10 частей поваренной соли<sup>2)</sup>, 70 частей воды и 10 частей алюминиевого порошка. Затем вынутый предмет осторожно отчищается и обсушивается мягкой зубной щеткой. Если украшения не освобождаются от ржавчины, то предмет опять помещают в ванну для новой обработки. При этом способе нерастворенные скопления черной закись-окиси железа могут быть удалены механически.

### Способ проф. Науманн'a<sup>3)</sup>.

Так как железо ржавеет только в присутствии воздуха, воды и угольной кислоты, то первое условие— это освободить железный предмет от воды и поместить

1) Zeitschr. f. Ethnol. Verhandl. 1902, стр. 434.

2) Применение хлористых соединений при чистке железных предметов должно считаться предосудительным. (Прим. редак.).

3) Jahreshefte der Gesellschaft für Anthropologie und Urgeschichte der Oberlausitz“ 1905. Band I, стр. 55.

его в герметически закрытый, свободный от воды сосуд. С этой целью предмет прогревается до тех пор, пока на нем не останется следов влаги. Одновременно нагревают цилиндрический стеклянный сосуд, освобождая его таким образом от воды на его стенках. Предмет кладется еще горячим в горячий сосуд. Он покрывается нагретой металлической плотной крышкой и герметически закупоривается жидким сургучом. Чтобы уничтожить последние остатки воды в сосуд кладут перед закрыванием кусочек едкого кали или другого водопоглощающего вещества. Чтобы избежать ударов предмета о стенки сосуда, укрепляют его на положенной вкось стеклянной пластинке. Способ этот вполне благонадежен, но он не годится для крупных предметов и имеет тот недостаток, что лишает возможности вынимать по желанию предмет из сосуда, не возобновляя той же процедуры.

### **Сохранение оружия новейшего времени.**

Проф. И. А. Крылов<sup>1)</sup> дает следующую инструкцию для хранения оружия.

Для хранения оружия, как вообще для каждого музейного помещения, должно быть отведено светлое, сухое, отапливаемое в холодное время года помещение; для поглощения влаги и углекислоты можно рекомендовать применение каустической соды. Присутствие пыли способствует ржавлению. В местах соприкосновения пыли с металлом всегда начинается ржавление; чистые металлические предметы месяцами лежат нетронутые ржавчиной в атмосфере влажности и плесени, но стоит их немного запылить, как через непродолжительное время появляются первые признаки ржавчины, быстро затем развивающейся.

<sup>1)</sup> Проф. И. А. Крылов. Ржавление железа и стали, сбережение оружия без смазки. Журнал Русского Metallургического О-ва. 1910. № 2 стр. 76—77.

И. А. Крылов. Сбережение 3-х линейных ружей и 3-х линейных пулеметов от ржавчины, стр. 62.

Руки людей, вытирающих пыль, должны быть чистыми и отнюдь не потными. Реакция пота всегда кислая, и действие его на металл всегда является окисляющим. Пот содержит в своем составе кислоты муравьиную, уксусную, масляную и др., придающие поту свойственный ему особый запах.

Время от времени следует осматривать оружие, протирать его сухой ветошью, а затем смазывать американским вазелином. Натуральный американский вазелин, как показывают опыты Лаборатории Тульского Оружейного Завода, является лучшей смазкой от ржавчины<sup>1)</sup>.

В присутствии пыли слой смазки уменьшается, благодаря впитыванию ею пыли, поэтому жидкие смазки непригодны для сбережения металла от ржавления. Американский вазелин, благодаря своей вязкости, однородности и непроницаемости не позволяет пыли быстро впитывать жидкие части.

Начинающие ржаветь места должны протираться мягкой ветошью с очищенным керосином<sup>2)</sup>. Ржавчина в начале своего развития легко удаляется механически, но когда закись железа переходит в окись и как бы срастается с металлом, надо смочить чистую ветошь очищенным керосином и зачистить заржавевшее место, или, смочив ржавчину керосином, оставить ее замкнуть и дать возможность керосину отъесть приставшую ржавчину; при этом слабые нефтяные кислоты растворяют ближайший к металлу слой закиси железа и таким образом ослабляют связь металла со слоем ржавчины, которая после этого легко удаляется механически.

---

1) Там же, стр. 41.

2) Очистка керосина производится так: надо взять сухой или лучше прокаленной на сковороде поваренной соли, мелко истолченной, насыпать на фильтровальную бумагу, свернутую в фунтик и положенную в воронку, наставленную над чистой сухой бутылкой, и пропустить несколько раз через этот фильтр покупной керосин.

При ржавчине, трудно поддающейся отчистке керосином, проф. И. А. Крылов рекомендует действовать какой-либо слабой кислотой, напр., уксусной (покупным уксусом), нейтрализуя ее действие вслед за тем содою; тогда выделяющаяся углекислота разрыхляет и „поднимает“ ржавчину.

Особо упорные места можно обрабатывать наждачной бумагой № 000 с мылом.

После удаления ржавчины следует произвести отмывку бензином, протирание сухой ветошью и наконец протирание ветошью с американским вазелином.

При чистке оружия по так называемому Каирскому<sup>1)</sup> способу употребляют смесь, состоящую из одной части молочной кислоты с двумя частями лавандового масла. Применяется также для очистки оружия от ржавчины оливковое масло с угольной пылью.

По сообщению А. А. Автономова в Арсенале Государственного Эрмитажа в Ленинграде для чистки заржавленного оружия пользуются следующими методами.

В случае легкой свежей ржавчины применяется раствор аммиака в воде (нашатырный спирт), наносимый на пострадавший предмет металлической или стеклянной кисточкой с последующей обработкой щеткой с тонким наждаком, затем оружие протирается вазелином.

При упорной ржавчине вместо аммиака применяется промывка керосином или скипидаром с последующей механической очисткой, подобно тому, как это делается в первом случае.

В случае особо упорной ржавчины, не сходящей от применения вышеуказанных средств, оружие погружается на 15—20 минут в слабый раствор соляной кислоты с последующей тщательной промывкой до полного удаления следов кислоты; затем оружие обрабатывается механически, как описано выше. Для предметов с золотой насечкой можно рекомендовать промывку чистым винным спиртом.

---

<sup>1)</sup> Сообщение М. А. Пещанского, заведующего Артиллерийским Музеем в Ленинграде.

## ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Предисловие редактора . . . . .	3
Введение . . . . .	7
Свойства некоторых соединений железа . . . . .	8
О теориях ржавления железа . . . . .	10
Старые способы сохранения железных предметов без удаления имеющейся на них ржавчины .	18
Современные способы очистки и консервации .	19
Увлажнительная камера Rosenberg'a . . . . .	19
Механическая очистка . . . . .	20
Термические способы . . . . .	21
Способ Rosenberg'a . . . . .	22
Способ Schmidt'a . . . . .	24
Способ Blell'я . . . . .	26
Способ Jakobi . . . . .	27
Электрохимические способы . . . . .	28
Способ Krefting'a . . . . .	28
Видоизменения способа Krefting'a . . . . .	30
Способ Rhousopoulos'a . . . . .	30
Способ Mc. Lare . . . . .	31
Химические способы . . . . .	31
Способ Rathgen'a . . . . .	31
Способ Friswell'я . . . . .	32
Обработка железных предметов с инкрустациями из других металлов . . . . .	32
Способ Krause . . . . .	33
Способ проф. Naumann'a . . . . .	33
Сохранение оружия новейшего времени . . . . .	34

1970 н.

Вышли из печати:

Известия Института. Том I. 194 стр. 1922 г.

Известия Института. Том II. „Три года работы Института“. 54 стр. 1924 г.

Карточка для измерения черепа человека. Проф. С. И. Руденко и М. П. Грязнова. 1924 г.

Карточка для измерения костей человека. Проф. С. И. Руденко и М. П. Грязнова. 1924 г.

Серия Материалы по методологии археологич. технологии

Вышли из печати:

Вып. I. Сбор органических остатков при палеозтнологических и археологических раскопках. Под ред. М. И. Тихого. 16 стр. 1924 г.

Вып. V. Инструкция для измерения черепа и костей человека. Проф. С. И. Руденко и М. П. Грязнова. С 39 рис. 1925 г.

Подготовлено к печати:

Вып. III. Очистка и сохранение металлических предметов древности. Изделия из бронзы, меди и медных сплавов под ред. проф. Г. Г. Уразова.

Вып. IV. Очистка и сохранение металлических предметов древности. Изделия из золота, серебра, олова и др. металлов под ред. проф. Г. Г. Уразова.

Выписывать: Ленинград, Мраморный дворец, Институт Археслогической Технологии.