



Министерство культуры РСФСР  
Объединение «Росреставрация»

Реставрационные нормативы

# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

*Ройшицков Л. П.*

**РАСЧИСТКА И КОНСЕРВАЦИЯ  
МЕТОДОМ ЛУЖЕНИЯ  
ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
И ПРЕДМЕТОВ ПРИКЛАДНОГО  
ИСКУССТВА**



Москва 1988

## РАЗДЕЛ I

Общие вопросы проектирования реставрации  
и приспособления памятников

## РАЗДЕЛ II

Историко-архивные, археологические и другие  
исследования

## РАЗДЕЛ III

Экономика, сметы, вычислительная техника

## РАЗДЕЛ IV

Инженерные вопросы: конструкции, инженерное  
оборудование, организация производства работ

## РАЗДЕЛ V

Работы по камню и кирпичу; кровли

## РАЗДЕЛ VI

Работы по дереву

## РАЗДЕЛ VII

Наружные и внутренние отделочные работы

## РАЗДЕЛ VIII

Монументальная, станковая живопись, скульптура

## РАЗДЕЛ IX

Предметы прикладного искусства

Министерство культуры РСФСР

Республиканское научно-реставрационное объединение  
«РОСРЕСТАВРАЦИЯ»

Проектный институт по реставрации памятников истории  
и культуры «СПЕЦПРОЕКТРЕСТАВРАЦИЯ»

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

РАСЧИСТКА И КОНСЕРВАЦИЯ МЕТОДОМ ЛУЖЕНИЯ  
ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПРЕДМЕТОВ ПРИКЛАДНОГО  
ИСКУССТВА

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ СССР

ОБЪЕДИНЕНИЕ «РОСРЕСТАВРАЦИЯ»

И И П У М

Москва — 1988

Данная работа представляет один из методов реставрации металла, который может быть применен для предметов прикладного искусства и элементов декора.

Методические рекомендации составлены ведущим инженером отдела физико-химических и механических исследований института «Спецпроектреставрация» М. П. Ромашковой по заданию объединения «Росреставрация». Предназначены для реставраторов, работающих с предметами прикладного искусства.

Методические рекомендации утверждены на заседании Научно-реставрационного совета объединения «Росреставрация» 8 декабря 1986 г., протокол № 23.

## ВВЕДЕНИЕ

Реставрация предметов прикладного искусства, выполненных из черных металлов, является достаточно сложным процессом, так как металл обычно находится в плохом состоянии — покрыт толстым слоем ржавчины, окалины, жирами, иногда красочными слоями, лаками. Сохранившаяся металлическая сердцевина часто очень хрупка из-за возникающей с течением времени рекристаллизации кристаллической решетки металла.

При реставрации предметов прикладного искусства, выполненных из черных металлов, или их отдельных элементов надо соблюдать предельную осторожность во избежание разрушения частично поврежденных коррозией металлов.

После расчистки поверхность металла активируется, что может вызвать ускоренную его коррозию, поэтому расчищенный металл нуждается в незамедлительной защите — консервации.

Данная работа посвящена реставрации накладок просечного металла, каркасного металла фонарей и др. Приводятся способы расчистки поверхности металла и консервации при помощи лужения.

Каждая операция технологического процесса рассмотрена отдельно с кратким теоретическим обоснованием и подробной характеристикой технологических режимов.

### **Общая схема технологического процесса реставрации элементов прикладного искусства, выполненных из черных металлов**

1. Химическая подготовка поверхности.
  1. Обезжиривание химическое:
    - а) органическими растворителями;
    - б) в щелочных растворах.
  2. Обезжиривание электрохимическое.
  3. Промывка.

4. Травление:
  - а) химическое;
  - б) электрохимическое.
5. Декапирование.

II. Нанесение оловянного покрытия гальваническим методом (лужение).

III. Тонирование полуды.

## I. ХИМИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ

Хорошее качество очистки поверхности металла от жировых загрязнений, окалины или ржавчины является необходимым условием для нанесения металлического покрытия. От него зависит качество и свойства осажденного металлического покрытия, прочность его сцепления с основным металлом, пористость, сплошность и внешний вид.

Последовательность подготовки поверхности:

Очистка от жировых загрязнений (обезжиривание).

Снятие окислов, окалины и ржавчины растворами кислот (кислотное травление).

Получение гладкой поверхности электрополированием.

### I.1. Обезжиривание

Обезжиривание бывает химическим и электрохимическим. При большой загрязненности поверхности используют оба метода (последовательно).

Химическое обезжиривание проводят органическими растворителями и в щелочных растворах.

I.1.1. **Обезжиривание в органических растворителях.** Этот способ обезжиривания относят к черновому, так как при нем очистка бывает неполной [1].

Недостаток органических растворителей — токсичность, у некоторых — пожароопасность, большая стоимость.

Преимущество — быстрота процесса. Чаще всего этот способ обезжиривания применяют для удаления консервирующих жиров и в случае большой за жиренности поверхности — как первую стадию очистки.

Органические растворители: бензин, керосин, трихлорэтилен, тетрахлорэтилен.

I.1.2. **Обезжиривание в щелочных растворах.** Этот способ нейтрализует жирные кислоты, входящие в состав животных и растительных жиров, образуя растворимые мыла.

Минеральные, неомыляемые жиры в щелочной ванне переводятся в эмульсию: в начале процесса масляная пленка утончается, а затем отрывается от поверхности металла.

Отрыв пленки — наиболее сложный процесс, для его осуществления в щелочной раствор вводят эмульгаторы и поверхностноактивные вещества (ПАВ) — сильно действующие эмульгаторы.

Таким образом, растворы для химического обезжиривания обычно содержат едкую щелочь, легко гидролизующиеся соли щелочных металлов, эмульгаторы и поверхностноактивные вещества. Эмульгаторами в данном случае является жидкое стекло, декстрин, канифоль, контакт Петрова, сильно действующие эмульгаторы (ПАВ) или полиэтиленгликолевые эфиры (ОП-7 или ОП-10) [2].

Увеличение концентрации щелочи способствует более интенсивному омылению жиров. Однако образующиеся мыла труднее растворить в концентрированных щелочных растворах.

Поэтому для черных металлов обычно применяют растворы, содержащие 100—150 г/л едкой щелочи.

Обезжиривание проводят в растворах, нагретых до 70—90°C в течение 2—10 мин., для сильно загрязненных металлов — до 30 мин. Высокой обезжиривающей способностью обладают растворы, в состав которых входит сульфанол.

В табл. 1 приведены составы щелочных электролитов для химического обезжиривания черных металлов.

Таблица 1

Состав электролита	Концентрация состава для поверхности различной степени загрязнения, г/л		
	сильно загрязненной	среднезагрязненной	слабо загрязненной
Едкий натр	100—150	80—100	10—15
Сода кальцинированная	40—50	—	30—40
Тринатрийфосфат	—	30—40	50—70
Жидкое стекло	3—5	—	2—3
Препарат ОП-7	5—7	—	3—5
Контакт Петрова	—	40—50	—

## 1.2. Обезжиривание электрохимическое

Для окончательной очистки металла проводят электрохимическое обезжиривание. Детали навешивают в ванну с щелочным электролитом на катодную штангу, затем при пропускании тока пузырьки водорода, бурно выделяющиеся

на поверхности детали, механически срывают с нее жировую пленку. Одновременно также происходят процессы омыления и эмульгирования жиров.

Для электрохимического обезжиривания используют растворы того же состава, что и для химического, но менее концентрированные. На ход электрохимического обезжиривания влияют плотность тока и повышение температуры, так как эти факторы увеличивают электропроводность растворов.

При электрохимическом обезжиривании возникает опасность наводораживания металла, т. е. повышения его хрупкости.

Для предотвращения наводораживания обезжиривание сначала ведут на катоде (5—8 мин.), затем перекидным рубильником переключают детали на анод и обрабатывают их анодным током 1—2 мин.

Для тонкостенных особенно хрупких деталей рекомендуется только анодное обезжиривание.

Его недостаток — длительность процесса; достоинство — не вызывает наводораживания металла.

В качестве электродов применяют сталь, покрытую слоем никеля толщиной 15—20 мк, предотвращающего загрязнение раствора железом.

Таблица 2

Состав электролита	Концентрация, г/л			
	состав № 1	состав № 2	состав № 3	состав № 4
Едкий натр	30—60	40—50	25—30	30—40
Сода кальцинированная	40—60	60—70	20—30	20—30
Тринатрийфосфат	5—10	10—15	50—60	50—60
Жидкое стекло	3—5	3—5	5—8	8—10
Поверхностно-активное вещество ОП-7, ОП-10	5—10	—	1—2	5—10
Пеногаситель (силоксан)	—	0,01—0,03	0,01—0,03	0,01—0,03
Режим на ванне				
Напряжение, В	6—10	8—10	8—10	8—10
Катодная плотность тока, Дк, А/дм <sup>2</sup>	3—8	5—10	3—8	3—8
Температура, °С	60—75	70—80	70—80	70—80
Время, т, мин.	5—8	5	5	5



В течение процесса электрохимического обезжиривания на поверхности ванны образуется загрязненная пена, в которой накапливается водород и кислород в виде гремящего газа. Во избежание взрыва этого газа от искры пену необходимо периодически удалять. Можно вводить пеногаситель (силоксан) в количестве 0,01—0,03 г/л. Составы электролита и режимы для электрохимического обезжиривания черных металлов постоянным током приведены в табл. 2.

Электрохимическое обезжиривание можно производить переменным током. При этом методе не происходит наводороживания обезжириваемого металла. Кроме того, водород не накапливается в пене ванны и процесс перестает быть взрывоопасным.

При использовании переменного тока вместо мотора-генератора используют понижающий трансформатор.

Составы электролитов и режимы на ванне для электрохимического обезжиривания переменным током приведены в табл. 3.

Таблица 3

Состав электролита	Концентрация, г/л	
	состав № 1	состав № 2
Едкий натр	10	
Сода кальцинированная	25	25—30
Тринатрийфосфат	25	25—35
Эмульгаторы ОП-7, ОП-10		1—3
Режим на ванне		
Плотность тока, Д, А/дм <sup>2</sup>	10	3—5
Напряжение на ванне, V	12—15	—
Температура, °С	70	70—80
Время обезжиривания, т, мин.	0,3—2	0,2—2

### 1.3. Промывка

После обезжиривания следует тщательно смыть с поверхности изделий следы щелочи, чтобы не загрязнять ею электролиты травильных ванн.

Особенно тщательно ведется промывка после применения эмульгаторов ОП-7 и ОП-10, так как при этом на поверхности металла образуется тонкая прочнопристающая пленка.

Промывку проводят сначала в горячей, а затем в холодной воде.

## 1.4. Травление

Процесс удаления окалины и ржавчины с поверхности металлов в кислотных ваннах называется травлением. Оно может быть химическим или электрохимическим. Травление черных металлов чаще всего проводят в серной кислоте, реже — в соляной. Другие кислоты применяют редко.

При обработке в кислотах одновременно с разрушением окалины травится и основной металл. При этом образуется сернокислородное или двуххлористое железо. Скорость растворения железа в несколько раз больше, чем скорость растворения окалины. Водород, выделяющийся на поверхности, с силой отрывает окалину и ускоряет процесс очистки, но в то же время он диффундирует в поверхностные слои металлов, наводороживая их.

Для уменьшения опасности перетравливания металла и появления водородной хрупкости в травильные растворы вводят специальные вещества — регуляторы травления, позволяющие на 30—40% снизить расход кислоты и уменьшить подтравливание металла и появление водородной хрупкости.

### 1.4.1. Химическое травление.

ТРАВЛЕНИЕ В СЕРНОЙ КИСЛОТЕ дешевле, чем в соляной. Оптимальная концентрация серной кислоты для травильной ванны 20% при температуре 50—60°C. При более высокой температуре увеличивается наводороживание металла. Время травления можно изменять от 20 до 180 мин. в зависимости от степени окисленности предмета.

В процессе травления концентрация серной кислоты уменьшается, а количество сернокислого железа ( $\text{FeSO}_4$ ) в ванне возрастает. Поэтому в раствор периодически вводят серную кислоту, поддерживая его плотность на уровне 1,15—1,25 г/см<sup>3</sup>. Соли железа, скапливаясь в травильном растворе, замедляют скорость травления. Предельно допустимая концентрация солей железа в ванне 90 г/л.

При травлении в сернокислых ваннах водород выделяется лишь при растравливании самого металла. Именно эту реакцию почти полностью подавляют ингибиторы травления, являющиеся отходами пищевой, целлюлозно-бумажной, коксо-химических и прочих производств. Стоимость их невелика, а защитная способность от перетравливания металла составляет 90—95%. Расходуются ингибиторы травления только на унос с деталями и парами раствора.

Ингибиторы травления:

1. ЧМ — состоит из регулятора травления Р, который вводят до 1,5 г/л травильного раствора, и пенообразователя П, вводимого в количестве 1,0—1,5 г/л травильного раствора.

2. КВ (ТУ81-05-15-73) совместно с пенообразователем КДЖ (МРТУ 13/04-35-66).

3. Катапин КИ-1 (ТУ6-01-674-72) — 3—5 г/л раствора.

4. И-1-В (ВТУ38-8-206-65) — 2—3 г/л.

5. Хлористый натрий (NaCl) добавляют в травильную ванну из расчета 20—30 г/л. Большой эффект достигается, если его применить в сочетании с компонентом Р присадки ЧМ.

ПРИ ТРАВЛЕНИИ В СОЛЯНОЙ КИСЛОТЕ железо растворяется с большей скоростью, чем окалина. Однако в серной кислоте процесс растворения железа идет еще быстрее. Кроме того, при травлении в соляной кислоте снижается водородная хрупкость из-за уменьшения количества водорода, окклюдированного поверхностью стали.

Для удаления окалины обычный состав ванны 15—20% HCl (160—220 г/л HCl) при температуре 20—40°C. Увеличивать температуру нецелесообразно, так как начинается интенсивное улетучивание газообразной соляной кислоты. Ингибиторы травления в соляной кислоте ПБ-8, ПБ-5 (полимеры бутиламина), ОП-7, ОП-10, уротропин.

При накапливании железа в ванне в количестве 100 г/л электролит меляют.

ТРАВЛЕНИЕ В ДРУГИХ КИСЛОТАХ. Травление в фосфорной кислоте целесообразно, когда после травления требуется повышенная коррозионная стойкость деталей. Для этого применяют ортофосфорную кислоту плотностью 1,53—1,8 г/см<sup>3</sup> под названием «термическая» (ГОСТ 10678-76 и ГОСТ 6552-68). В этом растворе 20—25%-ной концентрации (220—280 г/л) деталь выдерживают 10—20 мин.

Когда нужно удалить окалину с поверхности деталей, имеющих точные размеры, применяют растворы сложных составов. В табл. 4 приведены два состава травильно-защитного раствора ТЗР-30.

Таблица 4

Реактивы	Процентное содержание	
	состава № 1	состава № 2
Ортофосфорная кислота ( $d=1,7$ г/см <sup>3</sup> )	40	30
Соляная кислота ( $d=1,19$ г/см <sup>3</sup> )	—	10
Марганцевокислый калий, 10%-ный раствор	10	10
Монофосфат цинка	10	10
Монофосфат алюминия	5	5
Хромовый ангидрид	10	10
Метиловый спирт	20	20
Бутиловый спирт	5	5

Удаление ржавчины в этих составах происходит за 1—5 мин, а на очищенной поверхности образуется защитная пленка серого цвета.

С изделий, которые нельзя погружать в растворы, а также с изделий, имеющих местные коррозионные поражения, продукты коррозии удаляют 10%-ным раствором лимонно-кислого аммония, подогретого до 60—70°C. Очищаемый участок протирают хлопчатобумажными салфетками, смоченными раствором, до удаления продуктов коррозии. Затем этот участок протирают салфеткой, смоченной ацетоном или спиртом.

#### 1.4.2. Электрохимическое травление.

Электрохимическое травление имеет следующие преимущества перед химическим травлением [4]:

более высокая скорость травления;

применение менее концентрированных электролитов;

меньший расход кислоты (следовательно, большая дешевизна процесса);

возможность повышать концентрацию сульфата железа в ванне вплоть до насыщения.

Недостатком данного метода является то, что предметы, покрытые толстым, сплошным и плотным слоем окислов, очень трудно поддаются очистке. Лучше всего удалять окислы, имеющие большую пористость.

Электрохимическое травление происходит как на катоде, так и на аноде.

Для очистки изделий, которые в дальнейшем будут покрыты металлической пленкой, наиболее часто используют травление на аноде.

При анодном травлении изделие приобретает слегка шероховатую поверхность, хорошо сцепляющуюся с электролитическим осадком другого металла.

Однако при анодном травлении существует опасность перетравливания металла.

Процесс катодного травления почти исключает опасность перетравливания изделий. Но травление на катоде без специальных мер защиты металла от наводораживания вызывает его хрупкость.

Кроме того, при катодном травлении процесс продолжается в 1,5 раза дольше, чем при анодном. В данной работе процесс катодного травления не рассматривается.

**АНОДНОЕ ТРАВЛЕНИЕ.** Для анодного травления черного металла применяют обычно серную, реже соляную кислоты и подкисленные растворы сернистого или хлористого железа. При травлении сильно загрязненной окислами по-

верхности (окалина, ржавчина) выгоднее применить подкисленные растворы солей железа, так как, во-первых, они дешевле кислоты, во-вторых, скорость электрохимического травления в них больше, чем в серной кислоте.

Катодами при анодном травлении служат свинец, медь, железо. Плотности тока применяются обычно высокие — 5—10 А/дм<sup>2</sup>, напряжение  $V=3-10$  В, продолжительность травления от 0,5 до 5 мин. Подогрев электролита до 50°C значительно ускоряет травление. Составы электролитов и режим электрохимического анодного травления представлены в табл. 5.

Таблица 5

Состав электролита		Режим на ванне			Материал катодов
компоненты	содержание, г/л	плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	температура электролита, °С	время травления, мин.	
1. Натрий хлористый	40—50	5—10	20—50	10—20	свинец сталь
Железо хлористое (III)	140—150				
Соляная кислота (d=1,19)	8—10				
2. Серная кислота	150	5—10	20—50	0,5—5	свинец сталь
Натрий хлористый	20				
3. Железо сернокислое	200—300	5—10	20—50	0,5—5	свинец
Магний сернокислый или хлористый натрий	50—60				
Серная кислота (d=1,84)	20				

### 1.5. Декапирование

Декапирование проводят непосредственно перед погружением изделий в гальванические ванны. Эта операция предназначена для быстрого удаления легкого налета окиси, образующегося на поверхности очищенных изделий во время хранения и для легкого протравливания верхнего металлического слоя, выявляющего кристаллическую структуру металла. Декапирование обеспечивает наилучшее сцепление поверхности металла с гальваническим покрытием.

Его обычно проводят в 5—7%-ных растворах соляной или серной кислот или в смеси этих кислот. Изделие погружают на 15—20 сек. в раствор, а затем промывают в холодной проточной воде.

## II. ЛУЖЕНИЕ

Для железа олово является катодным покрытием и, следовательно, не может быть надежной защитой в условиях атмосферной коррозии.

Само по себе олово отличается высокой химической стойкостью в обычных атмосферных условиях, и именно по этой причине оно защищает железо от коррозии только при полном отсутствии пор в покрытии. При наличии оголенных участков или хотя бы микроскопических пор оловянное покрытие, наоборот, ускоряет коррозию железа.

Метод лужения накладных деталей, а также рамок, решеточек и других предметов прикладного искусства используется очень давно, так как кроме защиты железа от коррозии (при условии сплошности покрытия) придает металлу декоративный вид.

Лужение можно производить горячим и гальваническим способами.

При горячем лужении происходит большой расход металла, слой олова на луженой поверхности неравномерный, регулировать его толщину трудно. Ниже будет рассмотрен только гальванический метод лужения, который в настоящее время получил наибольшее распространение.

Для гальванического лужения применяют кислые электролиты, в которых олово двухвалентно, и щелочные станнатные электролиты, содержащие олово в четырехвалентной форме.

Осаждение олова из кислых электролитов происходит в два раза быстрее, чем из щелочных. В кислых электролитах допускается более высокая плотность тока. Выход по току в них также выше (90% против 60% в щелочах) [5], однако рассеивающая способность кислых электролитов ниже, чем щелочных.

Щелочные электролиты требуют подогрева, отличаются склонностью к образованию губчатых осадков, особенно при большой толщине покрытия.

Кислые электролиты применяют преимущественно для покрытия плоских изделий, листов, проволоки.

Щелочные станнатные электролиты имеют безусловное преимущество перед кислыми во всех случаях, когда речь идет о покрытиях изделий сложной конфигурации.

## II.1. Кислые электролиты.

Основными компонентами кислых электролитов лужения являются сернокислые или солянокислые соли, которые гидролизуются в воде.

Чтобы предотвратить гидролиз, в электролит вводят достаточное количество свободной кислоты.

Для получения мелкокристаллических осадков в электролит вводят органические вещества (клей, фенол, желатин и др.). Кроме того, вводят вещества, стимулирующие катодный процесс.

В сернокислый электролит вводят также сульфокреозоловую кислоту, способствующую образованию мелкокристаллических осадков и ограничивающую окисление электролита, и сернокислый натрий, который повышает электропроводность раствора и благоприятно влияет на структуру осадков.

В солянокислых электролитах чаще всего образуются неравномерные по толщине покрытия.

Вредными примесями в электролитах являются медь, мышьяк, а также анион  $\text{NO}_3^-$ .

В солянокислых электролитах при температуре  $18-35^\circ\text{C}$  и катодной плотности тока  $2-5 \text{ A/дм}^2$  для улучшения качества осадка используют реверсивный ток ( $\tau_{\text{кат}} = 8 \text{ сек.}$ ,  $\tau_{\text{анод}} = 1 \text{ сек.}$ ).

Для улучшения работы кислых электролитов и их стабилизации П. П. Беляевым и др. [6] было предложено вводить в электролиты небольшое количество трилона Б.

Анодный выход по току в кислых электролитах превышает катодный, поэтому практически олово не приходится добавлять в электролит; рекомендуется поддерживать соотношение катодной и анодной поверхности  $1 : 0,7$ .

Состав сернокислых и солянокислых электролитов и режим гальванических ванн лужения приведены в табл. 6.

Таблица 6

Состав электролитов		Режим на ванне	
компоненты	содержание, г/л	катодная плотность тока, $\text{A/дм}^2$	Температура, $^\circ\text{C}$
1	2	3	4

### Сернокислые

Сернокислое олово	50	1,2	Не выше 25
Серная кислота	50		
Сернокислый натрий	50		
Фенол	10		
Клей столярный	2		

Продолжение табл. 6

1	2	3	4
Сернистое олово	54		
Серная кислота	100		
Карболовая кислота сырая	10	1—2	20—30
или крезол,	20—30		
или фенол	20—30		
Клей столярный	1—2		
Солянокислые			
Хлористое олово	40		
Натрий хлористый	40		
Кислота соляная ( $d=1,19$ г/см <sup>3</sup> )	0,5—1	1—1,5	18—25
Клей столярный	1		
Двухлористое олово	40—50		
Кислота соляная ( $d=1,19$ г/см <sup>3</sup> )	0,5—1		
Натрий фтористый	50—60	0,5—1,0	20—25
Натрий хлористый	5—7		
Желатин	1,0		
Двухлористое олово	50—60		
Кислота соляная ( $d=1,19$ г/см <sup>3</sup> )	12—18		
Натрий хлористый	10	15	20
Фенол	20		
Нафтол	0,1		
Клей столярный	3		
Двухлористое олово	10		
Соляная кислота ( $d=1,19$ г/см <sup>3</sup> )	3—4	2—5	18—25
Фенол	4,7		
Трилон Б	1—25		

Примечания к табл. 6:

1. Аноды выполнены из олова. Их следует 2—3 раза в течение 8—10 часов очищать от шлама.

2. Фенол или крезол смешивают со столярным клеем, затем вливают в ванну. Приготовление столярного клея см. на стр. 15.



### 11.1.1. Приготовление электролитов с серноокислым оловом и на основе хлористых солей.

ЭЛЕКТРОЛИТЫ С СЕРНООКИСЛЫМ ОЛОВОМ готовят следующим образом: 60 г/л медного купороса ( $\text{CuSO}_4$ ) растворяют в горячей воде, добавляют 50 г/л серной кислоты и нагревают до температуры 70—80°C, затем в раствор постепенно вводят при интенсивном перемешивании 35—40 г/л гранулированного или порошкообразного олова. В результате реакции  $\text{Sn} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{SnSO}_4$  выделяющаяся медь в виде шлама оседает на дно ванны. Конец реакции определяют по обесцвечиванию раствора.

После отстаивания раствор анализируют на содержание  $\text{SnSO}_4$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и при необходимости добавляют эти компоненты. Затем раствор отфильтровывают через суконный фильтр или стеклоткань в рабочую ванну, вводят в нее остальные компоненты и ванну доливают водой до требуемого уровня. Приготовленный электролит прорабатывают постоянным током в течение 3—5 часов при плотности тока 1—1,5 А/дм<sup>2</sup>.

ЭЛЕКТРОЛИТЫ НА ОСНОВЕ ХЛОРИСТЫХ СОЛЕЙ готовят следующим образом:  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  растворяют в теплой воде, подкисленной  $\text{HCl}$  во избежание гидролиза.

В отдельной порции воды, также подкисленной соляной кислотой, растворяют фтористый натрий ( $\text{NaF}$ ).

Нерастворившийся  $\text{NaF}$  вводят в ванну, где он присутствует в виде студенистого белого осадка на дне.

Этот осадок выполняет роль буфера для поддержания постоянной концентрации ионов  $\text{F}'$ .

Столярный клей перед введением в электролит для набухания заливают холодной водой, выдерживают в течение 1—2 суток, после чего растворяют в теплой воде и добавляют в рабочую ванну.

Корректирование электролита производят добавлением основных компонентов по данным химического анализа.

Кислотность электролита определяют ежедневным титрованием и корректируют добавлением  $\text{HCl}$  до содержания свободной  $\text{HCl}$ —0,5—0,7 г/л. Желатин добавляют один раз в неделю из расчета 20 г на 1 л электролита.

Основные неполадки в хлоридном электролите даны в табл. 7.

Характер неполадок	Причина
Пятнистый осадок	Недостаток соляной кислоты
Дендритные наросты на покрытии, грубый осадок	Недостаток желатина, велика плотность тока
Непокрытые участки на деталях	Недостаток $\text{SnCl}_2$ . Избыток соляной кислоты
Пассивирование анодов	Загрязненность анодов свинцом
Темные с полосами осадки	Накопление в электролите меди или мышьяка

## II.2. Щелочные электролиты

Основными компонентами электролита являются станнат натрия и свободная щелочь. Когда исходной солью для приготовления электролита служит четыреххлористое олово, то в качестве побочного продукта в электролите оказывается хлористый натрий. На катодный процесс он не влияет, анодный процесс протекает так же, но наблюдается неравномерная коррозия анодов (повышенное количество шламов). Наиболее простым методом приготовления станнатных электролитов является метод растворения станната в воде, содержащей необходимое количество щелочи.

При отсутствии станната ( $\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) электролит готовят из четыреххлористого олова ( $\text{SnCl}_4$ ) и щелочи.

Необходимое количество четыреххлористого олова и едкого натрия растворяют в возможно малом количестве воды при нагревании и первый раствор приливают ко второму при энергичном перемешивании. Остающийся при этом обычно небольшой осадок оловянной кислоты отфильтровывают, анализом определяют содержание олова и щелочи, после чего разбавляют водой до нужной концентрации.

Оптимальный состав электролита и режим процесса (г/л):

$\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	50—100
$\text{NaOH}$	8—15
$\text{CH}_3\text{COONa}$	20—30
Температура, °С	65—70
Плотность тока (анодная и катодная), А/дм <sup>2</sup>	2—4

### III. ТОНИРОВАНИЕ ПОЛУДЫ

Полуду можно тонировать в самые различные цвета. Наиболее часто возникает необходимость тонировать луженые детали в черный, коричневый и серый цвета. Ниже приведены технология и состав растворов для тонирования полуды [10].

#### III.1. Окраска в черный цвет

После нанесения тонкого слоя олова гальваническим методом промытую в воде деталь погружают на 3—5 мин. в раствор следующего состава (г/л):

Окись мышьяка	— 75
Сульфат меди	— 35
Хлорид аммония	— 6
Соляная кислота ( $d=1,19$ г/см <sup>3</sup> )	— 500 (мл/л).

Тонированные детали промывают водой и слегка крацуют для получения равномерного красочного слоя. После просушивания окрашенную поверхность покрывают слоем прозрачного лака типа АС-16, АК-113.

Можно окрасить деталь, покрытую тонким слоем олова, в черный цвет погружением в раствор следующего состава:

Оксинитрат висмута $\text{BiO}(\text{NO}_3)\cdot\text{H}_2\text{O}$	— 5 г
Винная кислота $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$	— 80 г
Азотная кислота ( $d=1,4$ г/см <sup>3</sup> )	— 50 мл
Вода	— 1000 мл

Этот раствор можно наносить также и кистью.

Для деталей с толстым слоем полуды можно получить черный цвет анодной обработкой. При этом применяют следующий электролит и режим работы ванны:

Дифосфат натрия, $\text{Na}_2\text{HPO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$	— 100 г/л
Фосфорная кислота ( $d=1,75$ г/см <sup>3</sup> )	— 20 мл/л
Температура, °С	— 90 (при 60°С возникает серооранжевая окраска)
Время обработки, мин.	— 6
Анодная плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	— 3—4
Материал катода	— медь

### III.2. Окраска в коричневый цвет

Для окраски полуды в коричневый цвет применяют последовательно два раствора, содержащие медь:

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Сульфат меди, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$                    | — 50 г    |
| Сульфат железа, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$                     | — 50 г    |
| Вода  | — 1000 мл |
| 2. Ацетат меди, $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | — 25 г    |
| Уксус   | — 100 мл  |

На луженую поверхность наносят первый раствор и после сушки полируют ее. Затем наносят второй раствор и после просушивания поверхность натирают воском при помощи щетки.

### III.3. Окраска в серый цвет («старое олово»)

Для окраски луженых предметов в серый цвет под «старое олово» можно использовать любой из приведенных ниже растворов:

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. Ацетат меди, $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | — 24 г      |
| Хлорид аммония, $\text{NH}_4\text{Cl}$  | — 6 г       |
| Уксусная кислота, $\text{CH}_3\text{COOH}$                                    | — 40 мл     |
| Вода  | — 1000 мл   |
| 2. Хлорид сурьмы, $\text{SbCl}_3$   | — 20—30 г/л |
| Соляная кислота *, $\text{HCl}$   | — 50 мл     |
| Вода  | — 100 мл    |

---

\* Применяется разбавленная кислота: концентрированная соляная кислота разбавляется водой в соотношении 1 : 1.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грилихес С. Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. — М., 1977.
2. Лаворко П. К. Пособие мастеру цеха гальванических покрытий. — М., 1969.
3. Грилихес С. Я. Подготовка изделий перед гальваническими покрытиями и отделка покрытий. М.-Л., 1958.
4. Грачева М. П. Гальванотехника при изготовлении предметов бытового назначения. — М., 1970.
5. Ямпольский А. М. Травление металлов. — М., 1980.
6. Лайнер В. Н., Кудряцев Т. Н. Основа гальваностегии. — М., 1953.
7. Каденер Л. И. Гальваностегия лужения. — Харьков, 1954.
8. Ямпольский А. М. Гальванотехника: Практическое пособие для мастеров и рабочих. — М.-Л., 1952.
9. Ямпольский А. М. Лужение. — М.-Л., 1948.
10. Справочное руководство по гальванотехнике. /Под ред. В. И. Лайнера. М., 1972.
11. Егорова Н. П. Лужение. — М., 1963.
12. Литвак Н. И. Современная технология электролитического кадмирования и лужения. — Киев, 1965.
13. Ильин В. А., Цинкование, кадмирование, лужение и свинцование. — Л., 1977.
14. Яковлев Н. Ф. Пайка, лужение и гальваническое покрытие. — Минск, 1962.
15. Алабышев А. Ф., Вячеславов П. М. и др. Прикладная электрохимия. — Л., 1974.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Введение . . . . .	3
I. Химическая подготовка поверхности . . . . .	4
I.1. Обезжиривание . . . . .	4
I.1.1. Обезжиривание в органических растворителях . . . . .	4
I.1.2. Обезжиривание в щелочных растворах . . . . .	4
I.2. Обезжиривание электрохимическое . . . . .	5
I.3. Промывка . . . . .	7
I.4. Травление . . . . .	8
I.4.1. Химическое травление . . . . .	8
I.4.2. Электрохимическое травление . . . . .	10
I.5. Декапирование . . . . .	11
II. Лужение . . . . .	12
II.1. Кислые электролиты . . . . .	13
II.2.1. Приготовление электролитов с сернокислым оловом и на основе хлористых солей . . . . .	15
II.2. Щелочные электролиты . . . . .	16
III. Тонирование полуды . . . . .	17
III.1. Окраска в черный цвет . . . . .	17
III.2. Окраска в коричневый цвет . . . . .	18
III.3. Окраска в серый цвет (исторое олово) . . . . .	18
Литература . . . . .	19

А. П. Вемашева. Методические рекомендации. Расчеты и консервация  
методом лужения отдельных элементов и предметов  
прикладного искусства.

Редактор И. П. Кирьянова

Ответственный редактор М. В. Воронов

Л-84933

Подписано в печать 26/XI-87 г.

Объем 1,2 п. л.

Заказ 2694

Тираж 500 экз.

Бесплатно

Ф-ка «Картонполиграфия», Москва, ул. Зорге, 15



