

Существующие электролиты делятся на хлористые, сернокислые и смешанные. Кроме того, для специального назначения могут применяться борфтористоводородные, сульфаматные и прочие электролиты с введением в них добавок для повышения блеска, твердости и получения других свойств. Наибольшее применение получили хлористые электролиты, отличающиеся высокой концентрацией солей, большой скоростью наращивания железа и возможностью получения покрытий с большой толщиной. Именно эти электролиты получили применение на авторемонтных и других заводах страны для восстановления размеров деталей, получивших большой износ. В отличие от других видов покрытий при гальваническом осаждении железа решающее значение для прочности сцепления имеет способ подготовки поверхности к покрытию. При этом участки деталей, подлежащие восстановлению, предварительно шлифуют, а места, не подлежащие покрытию, изолируют полиэтиленовыми или фторопластовыми чехлами. Подготовленные детали подвергают анодному травлению в электролите, для которого приняты следующий состав (г/л) и режим обработки:

Серная кислота H_2SO_4	350—370
Железный купорос $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	10—30
Рабочая температура, °C.....	15—25
Плотность тока D_a , A/дм ²	40—70

Катоды изготовляют из свинца или нержавеющей стали. Выдержка при анодном травлении составляет 2 - 3 мин. Величины анодной плотности тона и выдержки зависят от марки стали покрываемых деталей. Чем более легирована сталь, тем выше должна быть плотность тока. Протравленная поверхность должна быть серебристо-матовой с желтоватым оттенком, без блестящих участком и темных пятен.

После травления следует промывка в холодном проточной воде, в горячей воде и завешивание в ванну без тока для осаждения железа. Выдержка деталей в электролите без тока производится в течение 1—3 мин, в результате чего происходит растворение пассивной пленки, полученной при анодной обработке, а также прогревание деталей до температуры электролита. Состав (г/л) и режим осаждения железа для одного из общепринятых электролитов приведены ниже:

Хлористое железо $FeCl_2 \cdot 4H_2O$	200—300
Хлористый марганец $MnCl_2 \cdot 4H_2O$	20—30
Соляная кислота HCl	0,5—1,0
Рабочая температура, °C.....	60—80
Плотность тока D_k , A/дм ²	30—50
Выход по току η_k , %.....	90—95

Стальные аноды из стали 10 или 20 завешивают в соотношении 2 : 1 к площади покрываемых деталей. Начальная плотность тока не должна превышать 5 А/дм². Затем через каждые 2—3 мин плотность тока повышают так, чтобы через 10—15 мин установить режим рабочей плотности тока, после чего до конца процесса плотность тока, рабочая температура и уровень электролита должны оставаться постоянными.

Твердость полученного слоя железа определяется принятой рабочей температурой электролита. Так, при температуре 60° С и плотности тока 35—50 А/дм² твердость, измеренная при нагрузке 5 кгс по Виккерсу, колеблется в пределах 470—540, а при 80° С и той же плотности тока твердость осажденного металла снижается до 300—400. При регулировании твердости покрытия за счет температуры процесса следует учитывать, что чрезмерное понижение температуры приводит к растрескиванию и скалыванию наращенного слоя. Ванну для осаждения железа следует изготавливать из листовой стали с пароводяной рубашкой аналогично ваннам хромирования, но футеровку внутренней поверхности производить антегмитовыми плитками, а оснастку ванны дополнить автоматическими регуляторами температуры и уровня электролита. Электролит должен быть прозрачным, иметь зеленый цвет и его следует фильтровать не реже одного раза в 10—15 сут при работе в две смены. Скорость осаждения железа определяют по табл.

Таблица Скорость осаждения железа при различных величинах плотности тока и выхода по току

Плотность тока, А/дм²

Скорость осаждения железа (мкм/ч) при выходе по току, %

90

91

92

93

94

95

1

3 5 10 20 30 40 50

12,0 36,0 60,1 120,0 240,0 360,0 480,0 601,0

12,1 36,4 60,8 121,5 243,0 364,0 486,0 608,0

12,3 36,9 61,5 123,0 246,0 369,0 492,0 615,0

12,4 37,2 62,1 124,0 248,0 372,0 496,0 621,0

12,5 37,6 62,9 125,2 250,4 375,6 500,8 629,0

12,7 38,0 63,6 126,8 253,6 380,4 507,2 635,0

Введение в хлористые электролиты 20—30 г/л гидразина, который, являясь сильным восстановителем, препятствует образованию ионов трехвалентного железа, стабилизирует устойчивость электролита.

Для повышения микротвердости слоя в хлористый электролит вводят 0,5 г/л аскорбиновой кислоты и до 30 г/л аморфного бора с размерами частиц в 1—3 мкм. Процесс осаждения ведут при 20° С, величине рН 2—3 и плотности тока 20 А/дм². Необходимо перемешивание электролита. Полученный слой железа содержит от 2 до 5% бора от массы. После термообработки в вакууме или в безокислительной среде при 1100—1150° С в течение 1 ч покрытие имеет однородную структуру и микротвердость от 1200 до 1600 кгс/мм². Износостойкость его повышается в 10—12 раз по сравнению с покрытием чистым железом.

Для осаждения железа на детали из алюминия и его сплавов предложен способ, по которому детали сначала в хлористом электролите железнения при $Da = 20 \div 30$ А/дм² в течение 1—2 мин, после чего переносят в 30%-ный раствор серной кислоты и травят при 15 - 25° С и $Da = 40 \div 60$ А/дм² в течение нескольких секунд.

Таблица. Неполадки при эксплуатации хлористого электролита железнения.

Характеристика

неполадок

Возможная причина

их образования

Способ устранения

Осажденный слой железа имеет грубую шероховатую поверхность. Электролит непрозрачен, но

1. Завышена плотность тока
2. Засорение электролита нерастворимыми частицами анодного шлама или гидрата закиси желе

1. Отрегулировать плотность тока
2. Зачистить аноды и поместить их в чехлы; добавить соляной кислоты; отфильтровать электролит

Игольчатый или острошишковатый слой железа; мутносерый цвет электролита

Накопление трехвалентного железа в электролите свыше 5 г/л

Проработать электролит до прозрачно-зеленого цвета с избытком соляной кислоты

Наличие темных пятен на осажденном слое железа

1. Избыточная концентрация соляной кислоты
2. Повышение содержания хлорного железа

1. Нейтрализовать электролит 3%-ным NaOH
2. Проработать электролит

Высокая твердость, растрескивание или отслаивание покрытия

1. Низкая температура электролита
2. Не соблюдался режим подготовки и ступенчатого повышения плотности тока
3. Прекращение подачи тока или доливание холодной воды при осаждении

1. Нагреть электролит
2. Проверить режим подготовки и начальной стадии наращивания
3. Не допускать нарушения режима

После травления детали промывают в воде при 50—55° С в течение 1 мин и переносят в хлористым электролит железнения, где и производят наращивание слоя железа по общепринятому режиму.

Сернокислые электролиты характеризуются более низкими температурами и плотностями тока. Для них также необходима анодная обработка деталей перед покрытием, как это указано при осаждении железа из хлористых электролитов. Сернокислые электролиты получили применение главным образом для повышения износостойкости стереотипов, где толщина слоя покрытия не превышает сотых долей миллиметра. Из «скоростных» электролитов для этой цели можно упомянуть об электролите (предложенном И. Р. Клячко), для которого принят следующий состав (г/л) и режим работы:

Сернокислое железо FeSO ₄ 7H ₂ O.....	200—450
Борная кислота H ₃ BO ₃	10—20
Борфтористоводородный калий.....	20—35
Рабочая температура, °С.....	18—25
Величина pH.....	1,9—2,4
Плотность тока Dк, А/дм ²	До 7
Выход по току ηк, %.....	70—95

Из электролитов, не требующих подогрева, следует указать на электролит, предложенный И. С. Вороницыным и В. К. Ткаченко, со следующим составом (г/л) и режимом работы:

Сернокислое железо FeSO ₄ 7H ₂ O.....	400
Сернокислый калий K ₂ SO ₄	150
Фтористый натрий NaF.....	10
Аскорбиновая кислота.....	2—4
Рабочая температура, °С.....	20—30
Величина pH.....	2,5—3,0
Плотность тока Dк, А/дм ²	До 7
Твердость покрытий, кгс/мм ²	700-800

Положительное значение добавок аскорбиновой кислоты отмечается и в работе Ф. М. Перегудова по осаждению пористого железа. Анодное травление перед покрытием рекомендуется производить в смеси кислот, содержащей 50% серной кислоты плотностью 1,82 г/см³ и 50% ортофосфорной кислоты плотностью 1,42 г/см³ при плотности тока 10—40 А/дм² в течение 2—4 мин без подогрева. Для травления принят электролит следующего состава (г/л) и режима работы:

Хлористое железо FeCl ₂ 4H ₂ O.....	600
Хлористый калий (или натрий) KC1.....	100
марганец MnCl ₂ 4H ₂ O.....	15-20
Аскорбиновая кислота.....	1 - 5
Рабочая температура, °С.....	18—20
Величина pH.....	2-3

Плотность тока D_k , А/дм²..... 20—30 После осаждения детали шлифуют до заданного размера и анодно травят в 25%-ном растворе серной кислоты в течение 15—20 мин при $D_a = 15-20$ А/дм² без подогрева. Полученную сетку трещин заполняют смазочными маслами при 100° С в течение 1,5—2 ч.

Для получения зеркально-блестящих и твердых покрытий Т. Г. Смирновой предложен электролит следующего состава (г/л) и режима работы: Сернокислое железо FeSO₄ 7H₂O..... 200—300

Гликоколь..... 10
Щавелевая кислота..... 0,5
Рабочая температура, °С..... 20—25
Величина pH..... 2,0—2,2

Плотность тока D_k , А/дм²..... До 9
Выход по току η_k , %..... 82—87

Микротвердость слоя, кгс/мм² 600 При введении в состав электролита гипофосфита натрия твердость покрытий еще более возрастает. Для получения твердых и износостойких покрытий предлагается электролит следующего состава (г/л) и режима работы:

Сернокислое железо FeSO₄ 7H₂O..... 180—200

Лимонная кислота..... 25—30
Хлористый натрий NaCl..... 25—30
Гипофосфит натрия..... 20—25
Рабочая температура, °С..... 70—80

Плотность тока D_k , А/дм²..... 7—9 Анодное травление перед покрытием следует производить, как это указано для хлористых электролитов. Прогревание полученных покрытий в течение 1 ч при 400° С повышает микротвердость слоя до 1400 кгс/мм². Кроме хлористых и сернокислых электролитов осаждение железа можно вести из фенолсульфоновых, сульфамино-вых, борфтористоводородных и других электролитов. Так, для борфтористоводородного электролита рекомендуется следующий состав (г/л) и режима работы:

Борфтористоводородное железо..... 300
Борная кислота H₃BO₃..... 18
Борфтористоводородная кислота HBF₄..... 1—2
Рабочая температура, °С..... 20—60
Величина pH..... 3,5

Плотность тока D_k , А/дм²..... 2—12 С повышением температуры и плотности тока цвет покрытий изменяется от темно-серого до серебристо-белого, а выход по току возрастает от 60 до 95%. Микротвердость покрытий имеет величину 500—600 кгс/мм².

По методике нанесения покрытий следует упомянуть также об осаждении железа в проточных электролитах, что позволяет ускорять процесс осаждения в 2—3 раза по сравнению с осаждением из стационарных ванн и повышает микротвердость покрытий до 800—850 кгс/мм². При осаждении железа способом электронатирания плотность тока достигает до 150—200 А/дм². Весьма способствует ускорению процесса осаждения и наложение ультразвукового поля. В этом случае плотности тока могут быть доведены до 80—120 А/дм² при осаждении из хлористого электролита без подогрева.

Для интенсификации процесса и получения мелкозернистой структуры железа можно

применять также реверсирование тока с различной катодной и анодной плотностью тока. Струйная подача электролита в межэлектродное пространство со скоростью около 0,5 м/с позволяет производить местное наращивание железа на отдельных участках крупных деталей, для которых погружение в ванну невозможно. Эти способы интенсификации процесса еще более расширяют возможности его применения.