

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Материаловедение в машиностроении»

П.С. Гурченко
Т.Н. Ероховец

ПОКРЫТИЯ НЕДИФФУЗИОННОГО ТИПА

Методическое пособие
к лабораторным работам
для студентов специальностей
1-36 01 02 «Материаловедение в машиностроении»,
1-42 01 01 – 01 03 «Металловедение, технология
и оборудование термической обработки металлов»,
1-42 01 01 «Металлургическое производство
и материалобработка»

М и н с к 2 0 0 5

УДК 621.793 (076.5)
ББК 34.663 я 7
Г 95

Рецензент
Г.Ф. Протасевич

Гурченко П.С.
Г 95 Покрyтия недиффузионного типа: Метод. пособие к лабораторным работам для студ. специальностей 1-36 01 02 «Материаловедение в машиностроении», 1-42 01 01 – 01 03 «Металловедение, технология и оборудование термической обработки металлов», 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материаловобработка» / П.С. Гурченко., Т.Н. Ероховец. – Мн.:БНТУ, 2005 – 22 с.

ISBN 985-479-228-5.

Данное пособие предназначено для студентов, изучающих покpытия недиффузионного типа. В нём описаны технологические процессы нанесения покpытий, свойства и контроль качества покpытий.

УДК 621.793 (076.5)
ББК 34.663 я 7

ISBN 985-479-228-5

© Гурченко П.С.,
Ероховец Т.Н., 2005

В в е д е н и е

Лабораторные работы по предмету «Покрывтия недиффузионного типа» составлены в соответствии с учебной программой подготовки студентов.

Целью проведения лабораторных работ является закрепление теоретического материала курса и ознакомление студентов на практике с существующими технологическими процессами нанесения покрытий недиффузионного типа.

Данное издание состоит из четырёх работ, рассчитанных на 16 часов и содержащих необходимые теоретические сведения.

Порядок выполнения лабораторных работ

Выполнению лабораторной работы предшествует вводная беседа, в которой преподаватель сообщает студентам основные теоретические сведения, относящиеся к данной работе, знакомит с задачей лабораторной работы, требованиями к отчету.

По работе составляется отчет, который должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-91. Поэтому отчет должен содержать: название и цель работы, дату проведения, номер группы и фамилию студента; основные теоретические сведения по работе; ответы на вопросы практической части с выводами, необходимые схемы и рисунки.

Лабораторная работа № 1

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОБЕЗЖИРИВАНИЕ

Цель работы: на практике ознакомиться с основами технологического процесса электрохимического обезжиривания изделий из различных материалов, с методиками расчета необходимого количества технологических материалов, и параметров процесса, сравнить эффективность способов электрообезжиривания и произвести контроль качества обезжиривания.

Теоретическая часть

Обезжиривание – процесс удаления жировых загрязнений с поверхности деталей. Жировые загрязнения можно разделить на 2 группы:

- жиры животного и растительного происхождения, представляющие собой сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот (стеариновой, пальмитиновой);

- минеральные (нефтяные) масла, состоящие из смеси углеводородов (парафин, стеарин).

Жиры и масла обеих групп не растворимы в воде, но растворимы во многих органических веществах (керосине, бензине, дихлорэтаноле и т.п.).

Жиры животного и растительного происхождения являются омыляемыми, так как вступают во взаимодействие со щелочными растворами (особенно горячими), образуя при этом растворимые в воде мыла.

Минеральные масла не вступают в реакцию со щелочами, поэтому называются неомыляемыми.

В зависимости от вида жировых загрязнений применяют различные способы обезжиривания: обезжиривание в органических растворителях, химическое, ультразвуковое и электрохимическое обезжиривание.

Электрохимическое обезжиривание является эффективным способом очистки поверхности и применяется для удаления тонких жировых пленок, которые остаются после других видов обезжиривания и которые трудно удалить другим способом. При электрохимическом обезжиривании используются те же щелочные растворы, что и при химическом, но концентрации веществ меньше.

Электрохимическое обезжиривание производится при помощи постоянного, а иногда и переменного тока. При постоянном токе обезжиривание осуществляется на аноде или катоде. В процессе обезжиривания идет электролиз водных растворов, на поверхности деталей наблюдается интенсивное вы-

деление пузырьков газа (водорода – на катоде и кислорода – на аноде), облегчающих отрыв капелек масла от поверхности деталей, чем значительно ускоряется очистка. Мелкие пузырьки газа под воздействием силы поверхностного натяжения, отделяясь от электрода около капли масла, задерживаются ею. По мере увеличения размеров пузырька за счет присоединения мелких соседних пузырьков капля масла будет вытягиваться и в какой-то момент оторвется от поверхности металла. Кроме того под действием щелочных растворов идет омыление жиров растительного и животного происхождения и образование эмульсий минеральных жиров.

Скорость обезжиривания на аноде меньше, чем на катоде. Это объясняется тем, что в прианодном пространстве не происходит защелачивания электролита, вследствие чего процесс омыления происходит медленнее. Количество выделяющегося при электролизе кислорода меньше, чем количество водорода, пузырьки кислорода по размерам больше, чем пузырьки водорода, и меньше задерживаются на поверхности капелек масла, поэтому и удаление масла происходит менее интенсивно. Однако процесс катодного обезжиривания сопровождается наводораживанием стальных деталей, поэтому обезжиривание на катоде закаленных или тонкостенных стальных деталей, пружин не допустимо.

Электрохимическое обезжиривание деталей из меди, цинка, алюминия и их сплавов осуществляется только на катоде, так как на аноде цветные металлы окисляются выделяющимся кислородом.

На практике чаще всего применяется комбинированное обезжиривание: сначала – на катоде (5-10 мин), затем – на аноде (2-5 мин).

Оборудование для обезжиривания: стальная ванна с вентиляционными отсосами. В качестве второго электрода применяют стальные пластины.

В процессе электрохимического обезжиривания необходимо удалять накапливающуюся на поверхности пену, так как в ней могут задерживаться выделяющиеся пузырьки водорода и ки-

слорода, образующие гремучий газ. Поэтому в раствор для электрохимического обезжиривания не следует добавлять большое количество эмульгаторов и поверхностно-активных веществ.

Увеличение температуры ускоряет процесс очистки и повышает электропроводность раствора, способствуя уменьшению расхода электроэнергии (снижается напряжение на ванне). Для ускорения процесса можно повышать плотность тока. При повышении температуры раствора на каждые 14°C свыше 60°C время обезжиривания уменьшается в 2 раза.

Недостаток электрохимического обезжиривания – затруднена очистка сложнопрофильных деталей из-за низкой рассеивающей способности растворов.

Контроль качества обезжиривания проводят способом, основанным на определении полноты смачивания водой обезжиренной поверхности. При наличии на ней жировой пленки происходит нарушение сплошности водяного слоя. Для лучшего контроля можно протереть обезжиренную поверхность фильтровальной бумагой.

Практическая часть

1. Рассчитать необходимое количество химикатов для приготовления раствора обезжиривания следующего состава (г/л):

едкий натрий	– 10-20;
кальцинированная сода	– 20-30;
тринатрийфосфат	– 20-30;
жидкое стекло	– 5-10;
объем ванны обезжиривания	– 11 л.

2. Приготовить раствор электрохимического обезжиривания.

3. Рассчитать силу тока на образцы при необходимой плотности тока 5 A/дм^2 .

4. Провести электрохимическое обезжиривание стального образца при температуре раствора $20-25^{\circ}\text{C}$ и $50-60^{\circ}\text{C}$ в тече-

ние 10 мин. Дать сравнительную характеристику качества обезжиривания в зависимости от температуры раствора.

5. Провести электрохимическое обезжиривание образцов из медных сплавов на катоде и аноде при температуре раствора 50-60°C в течение 10 мин. Дать сравнительную характеристику качества катодного и анодного обезжиривания.

6. Провести электрохимическое обезжиривание стальных образцов на катоде и аноде при температуре раствора 50-60°C в течение 10 мин. Дать сравнительную характеристику качества катодного и анодного обезжиривания.

Л и т е р а т у р а

1. Дасоян М.А., Пальмская И.Я., Сахарова Е.В. Технология электрохимических покрытий. – Л.: Машиностроение, 1989. – 391 с.

2. Емелин М.И., Герасименко А.А. Защита машин от коррозии в условиях эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1980. – 224 с.

Лабораторная работа № 2

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ

Цель работы: изучить технологию нанесения защитного цинкового покрытия в условиях гальванического цеха МАЗа.

Теоретическая часть

Цинк – металл светло-серого цвета, отличается хрупкостью и сравнительно малой твердостью (50-60 единиц по Бринелю), температура плавления 420°C. При нагреве до 100-150°C цинк становится пластичным и может подвергаться прокатке и ковке. При 200°C и выше цинк снова теряет пластичность, делается настолько хрупким, что его легко можно превратить в порошок. В химических соединениях цинк двухвалентен и является амфотерным металлом (вступает в реакцию как с кислотами,

так и со щелочами). Цинк вступает в реакцию с сероводородом и сернистыми соединениями, поэтому в этих средах цинковые покрытия без пассивирования не применимы.

В сухом воздухе цинк устойчив. Средняя скорость разрушения цинкового покрытия в промышленных районах – 1-1,5 мкм в год, причем по мере накопления на поверхности продуктов коррозии скорость растворения цинкового покрытия уменьшается и пленка из продуктов коррозии толщиной до 20 мкм служит дополнительной защитой.

В условиях высокой влажности воздуха, при резких изменениях температуры и обильном выпадении росы (тропический климат) скорость коррозии цинковых покрытий сильно возрастает. Они оказываются малоэффективными. Значительное уменьшение скорости разрушения цинковых покрытий достигается специальной обработкой их в растворах солей хромовой кислоты, образующих пленки хроматов цинка.

Цинковые покрытия занимают около 60% от всех видов применяемых гальванических покрытий. Широкое распространение объясняется их высокими защитными свойствами. Стандартный электродный потенциал цинка равен -0,76 В. Будучи электроотрицательнее, чем железо, цинк в контакте с ним создает микрогальванопару, в которой является анодом и защищает железо электрохимически. Защитные свойства таких покрытий сохраняются даже при малой толщине слоя, а также при наличии в нем пор или обнаженных участков (возможность защиты оголенных участков поверхности на расстоянии нескольких миллиметров от кромки покрытия).

Электрохимическая защита стали от коррозии с помощью цинка используется в технике как протекторная защита различных подводных сооружений. Протекторное действие цинка обуславливает также защиту от коррозии непокрытой резьбы гаек, если они навинчены на оцинкованные болты.

Важную роль играет также низкая стоимость цинка по сравнению со многими другими металлами.

Наибольшее распространение в промышленности получили

кислые, цианистые, аммиакатные и цинкатные электролиты, в которых цинк находится в виде простых солей или комплексных ионов. Менее распространены электролиты на основе аминосоединений: этилендиаминовый, моноэтаноламиновый. Однако аминосоединения относятся к категориям токсичных соединений, а надежных способов обезвреживания сточных вод, содержащих аминосоединения, еще не разработано.

Хотя цинк в ряду напряжений стоит намного левее водорода (значения стандартного потенциала – $-0,76$ В, однако осаждение его не встречает затруднений, что объясняется высоким значением перенапряжения выделения водорода на цинке. Благодаря этому в обычных условиях электролиза водород на катоде выделяется в незначительном количестве и ток расходуется в основном на выделение цинка. Аноды – марки Ц0, Ц1, Ц2.

Аммиакатные электролиты отличаются хорошей электропроводностью и достаточно высокой рассеивающей способностью. Полученные осадки светлые, мелкозернистые, хорошо освещаются и пассивируются, по своей равномерности уступают лишь покрытиям из цианистых электролитов.

В аммиакатных электролитах цинк находится в виде комплексного катиона $Zn(NH_3)_n$, где $n=2\dots 4$ в зависимости от pH раствора (pH должно быть больше 5). Аммиакатные соединения цинка получают при взаимодействии окиси цинка с солями аммония. Процесс осаждения цинка протекает с большой катодной поляризацией, возрастающей по мере увеличения pH.

Аммиакатные электролиты имеют и ряд технических преимуществ перед цианистыми: в них легче покрываются чугуны и тонкостенные детали мало подвергаются наводороживанию, так как выход по току составляет 94-98%.

Для стабилизации величины pH вводят буферные соединения: борную кислоту или уксусно-кислые соли.

Для получения блестящих покрытий предложены различные блескообразователи: бензальдегид, фурфурол, ванилин и др. Однако наибольшее распространение получили добавки, разработанные Институтом химии и химической технологии АН Литвы

под названием «Ликонда ZnSR» и добавки Днепропетровского химико-технологического института. Блестящие осадки получаются прямо из ванны и не нуждаются в осветлении.

Температура – цеховая, плотность тока 1-3 А/дм². Анодный выход по току больше катодного, поэтому часто применяют графитовые аноды.

Примеси меди и других электроположительных металлов вызывают появление темно-серых осадков. Удаление примесей проводят путем проработки электролита при низких плотностях тока (0,2-0,3 А/дм²). Электролиты менее чувствительны к органическим примесям, а так как они почти нейтральные по рН, то не разрушают изоляционные материалы, наносимые на подвески. От ванн сильно пахнет аммиаком, металлоконструкции следует защитить от коррозии, так как электролит содержит свободный хлор. Основным недостатком аммиакатных электролитов является неизбежное наличие солей аммония в сточных водах, что недопустимо по требованиям санитарии. Кроме того, аммонийные соли в сточных водах образуют с ионами никеля, меди и других тяжелых металлов комплексные соединения, что значительно затрудняет очистку сточных вод.

Аммиакатные электролиты рекомендованы к применению взамен цианистых при покрытии мелких деталей в барабанах и колоколах.

Цинкатные электролиты, как и аммиакатные, применяются взамен цианистых и в последнее время почти вытеснили их. В цинкатных электролитах цинк находится в виде комплексных анионов ZnO_2 и $Zn(OH)_4$, образующихся при растворении окиси цинка или гидроокиси в избытке едкого натрия. Состав электролита для цинкования (г/л):

окись цинка	–	10;
едкий натрий	–	100;
блескообразователь А1-DM	–	10-12 мл/л;
температура	–	цеховая;
плотность тока на подвесках	–	2-6 А/дм ² ;
		насыпью – 4-8 А/дм ² ;

выход по току – около 95%.

Цинкатный электролит обладает высокой рассеивающей способностью.

Практическая часть

1. На практике познакомиться с технологическими процессами цинкования деталей в условиях МАЗа. Какие электролиты и оборудование используются для нанесения покрытий?

2. Записать схему технологического процесса нанесения цинкового покрытия в цинкатном электролите.

3. Номенклатура покрываемых деталей.

4. Контроль качества цинкового покрытия.

Л и т е р а т у р а

1. Дасоян М.А., Пальмская И.Я., Сахарова Е.В. Технология электрохимических покрытий. – Л.: Машиностроение, 1989. – 391 с.

2. Емелин М.И., Герасименко А.А. Защита машин от коррозии в условиях эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1980. – 224 с.

3. Ильин В.А. Цинкование, кадмирование, оловянирование и свинцевание. – Л.: Машиностроение, 1983. – 87 с.

Лабораторная работа № 3

ТВЕРДОЕ ХРОМИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСС-ФОРМ

Цель работы: Изучить технологию нанесения твердого хромирования деталей пресс-форм.

Теоретическая часть

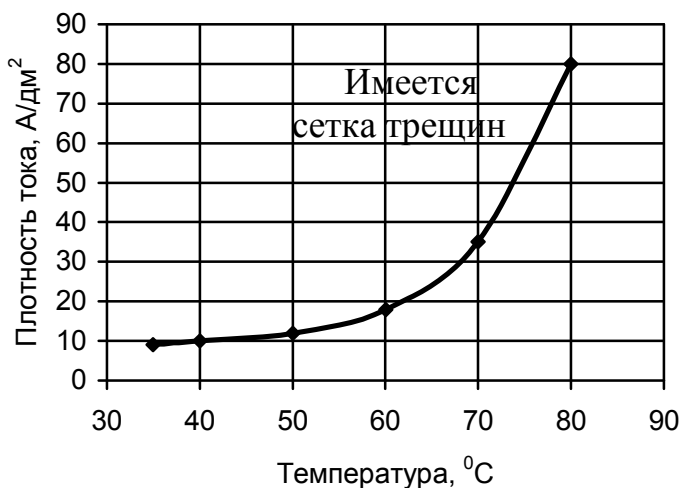
Электролитический хром – серебристо-белый металл с синеватым оттенком, отличается высокой твердостью и хрупкостью. Хром вполне устойчив во влажной среде, в атмосфере сероводорода и сернистого газа, в растворах щелочей, азотной кислоты и органических кислот. Галогеноводородные кисло-

ты (соляная, фтористо-водородная и т.д.) и горячая концентрированная серная кислота растворяют хромовые покрытия. В растворах щелочей хром хорошо растворяется под действием тока. В атмосферных условиях хром сохраняет блеск и цвет длительное время, что объясняется образованием на его поверхности тонкой, но очень прочной окисной пленки. Наличием такой пленки объясняется высокая антикоррозионная стойкость хромовых покрытий. Хромовые покрытия являются катодными по отношению к стали, поэтому защитные хромовые покрытия должны быть беспористыми.

Слои хрома хорошо сцепляются со сталью, медью и ее сплавами, никелем при тщательном проведении подготовительных операций и соблюдении режима хромирования.

Осадки хрома имеют мелкокристаллическую структуру. Лишь рентгеновским методом удалось установить кристаллический характер электроосажденного хрома. Особенности строения осадков хрома обусловлены их специфические свойства. Хромовые покрытия отличаются очень высокой твердостью, в то время как металлургический хром – относительно мягкий металл. Хромовым покрытиям свойственны также повышенная хрупкость и высокие внутренние напряжения. Внутренние напряжения в ряде случаев настолько велики, что превосходят предел прочности хрома; тогда осадки, достигнув некоторой толщины, растрескиваются. Поверх растреснувшегося слоя нарастает новый слой, который, спустя короткое время, тоже растрескивается. Таким образом, хромовое покрытие оказывается пронизанным густой сеткой трещин. Границы режимов хромирования, при которых происходит растрескивание осадков, приведено на рисунке.

При нагревании осадков хрома выделяется водород, поглощенный при электролизе. Около 80% водорода освобождается при нагревании до 300°C, а остальные 20% – только при значительно более высокой температуре. Однако нагрев не должен превышать 600°C, так как при этом на границе между сталью и хромом образуется хрупкий карбидный слой, по которому происходит отслаивание при деформации.



В зависимости от режима электролиза могут быть получены осадки хрома с различными свойствами. Условно в зависимости от температуры и плотности тока хромовые покрытия можно разделить на следующие виды:

- молочный хром – при температуре 65 °С и выше и сравнительно невысоких (15-25 А/дм²) плотностях тока. Характеризуется отсутствием сетки трещин в тонких слоях, стоек против атмосферной коррозии и агрессивных газов. Твердость 25-74 МПа;

- блестящий хром – при температуре 45-60 °С и плотностях тока 30-70 А/дм². Твердость 74-90 МПа. Характеризуются широко разветвленной сеткой трещин;

- матовый хром – при плотности тока 45-50 А/дм² и сравнительно низкой температуре (40-45 °С). Характеризуется высокой твердостью (10900-12700 МПа), хрупкостью и наличием сетки трещин.

- пористый хром – при температуре 50-60°С и плотности тока 30-70 А/дм² с последующей анодной обработкой. Твердость 9300-10100 МПа. Характеризуется широко разветвлен-

ной сеткой трещин. Используется для повышения износостойкости трущихся материалов.

Хромирование производят не из раствора соли хрома, а из раствора хромовой кислоты. Водный раствор хромового ангидрида представляет собой хромовую кислоту, которая при средних концентрациях имеет формулу $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, а при высоких – $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_{10}$.

В промышленности осаждение хрома ведется из водных растворов хромового ангидрида и серной кислоты с применением нерастворимых свинцовых или свинцово-сурьмянистых анодов (92 % Pb, 8 % Sb). Концентрация хромового составляет чаще всего 150-400 г/л. Качество хромовых покрытий в значительной степени определяется соотношением количества хромового ангидрида и серной кислоты. Величина соотношения $\text{CrO}_3:\text{H}_2\text{SO}_4$ должна быть 90:120.

При хромировании происходят различные окислительно-восстановительные процессы на электродах:

- на аноде – окисление трехвалентных ионов хрома до шестивалентных и выделение кислорода;

- на катоде – восстановление шестивалентных ионов хрома до трехвалентных, восстановление трехвалентных ионов до металлического хрома и выделение водорода.

Увеличение содержания трехвалентного хрома снижает электропроводность и сужает интервал плотностей тока, при которых получают блестящие осадки. При концентрации трехвалентного хрома 15-20 г/л осадки получают хрупкими, а при дальнейшем увеличении содержания осадки темнеют. Аналогично трехвалентному хрому действуют примеси солей железа.

Процесс хромирования отличается очень низким выходом по току (обычно около 13%) и низким электрохимическим эквивалентом (0,323 г/А час), поэтому хром осаждается медленно несмотря на высокую плотность тока (при низкой он вообще не осаждается).

Медные или латунные детали при хромировании во избежание растравливания следует загружать в электролит под током. Перед погружением в электролит их прогревают в горячей воде.

Стальные детали прогревают непосредственно в ванне хромирования. Перед началом хромирования необходимо провести анодное декапирование в течение 0,5-3 мин. В начале хромирования нужен толчок тока, т.е. необходимо вести хромирование при плотности тока, в 1,5-2 раза превышающей расчетную.

Перерывы в подаче тока недопустимы. При осаждении хрома на хромовый слой необходимо после обратного тока начать хромирование при пониженной плотности тока (или повышенной температуре), которую в течение 3-5 мин доводят до нормы.

Чугунные детали перед хромированием обезжиривают только химически.

Нержавеющую сталь хромируют без анодного декапирования или с непродолжительным анодным декапированием.

Никелированные детали следует хромировать непосредственно после никелирования, подвергнув их декапированию. Даже после непродолжительного хранения детали хромируются с трудом.

Азотированные детали могут подвергаться хромированию только после удаления поверхностного наиболее богатого нитридами слоя.

Твердое хромирование. Хромирование с целью повышения износостойкости деталей машин или станков, а также с целью восстановления размеров выполняют без нанесения промежуточных слоев. Толщина от 15 до нескольких сотен микрон. Покртия зачастую подвергают доводке или шлифованию. Обычно применяют разбавленные электролиты.

При твердом хромировании необходимо особое внимание уделять выбору конструкции подвесок и следить за правильностью монтажа деталей. На рабочих участках и в углублениях не должны скапливаться пузырьки водорода, создающие газовые мешки и препятствующие отложению хрома. В углубления необходимо помещать дополнительные аноды.

Практическая часть

1. На практике познакомиться с технологическим процессом хромирования деталей в условиях инструментального производства. Какие электролиты и оборудование используются для нанесения покрытий.

2. Записать схему технологического процесса нанесения хромового покрытия?

3. Номенклатура покрываемых деталей.

4. Контроль качества хромового покрытия.

Л и т е р а т у р а

1. Дасоян М.А., Пальмская И.Я., Сахарова Е.В. Технология электрохимических покрытий. – Л.: Машиностроение, 1989. – 391 с.

2. Емелин М.И., Герасименко А.А. Защита машин от коррозии в условиях эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1980. – 224 с.

Лабораторная работа № 4

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ОКСИДНОГО ПОКРЫТИЯ

Цель работы: изучить технологию нанесения защитного оксидного покрытия в условиях МАЗа.

Теоретическая часть

Оксидирование черных металлов – старейший и известнейший способ массовой экономической защиты черных металлов от коррозии. Вместе с тем оксидные пленки на полированной поверхности имеют красивый декоративный вид: черный цвет с различными оттенками, чаще всего синевато-черным или фиолетово-черным, цвета воронового крыла (воронение).

Оксидные пленки представляют собой искусственно образованный слой окарины, т.е. магнитной окиси железа Fe_3O_4 . По современной технологии оксидирование изделий производят двумя способами: **химическим** и **термическим**. Выбор способа зависит от назначения оксидной пленки, от марки металла и от объема производства. Наиболее распространено химическое оксидирование. Оксидные пленки толщиной до 1,5 мкм могут служить защитно-декоративным покрытием для изделий, работающих в легких условиях эксплуатации. Защитная способность пленок может быть повышена пропиткой маслом или лаками.

Химическое оксидирование может производиться в кипящем концентрированном растворе щелочи (едкий натрий), содержащем окислители (нитриты и нитраты), или в растворе фосфорной кислоты. Оксидные пленки, полученные химическим путем в растворе фосфорной кислоты, кроме окислов содержат фосфорно-кислые соли, и могут быть названы оксидно-фосфатными. Механические и защитные свойства таких пленок несколько выше, чем у пленок, полученных в растворах щелочей. Оксидно-фосфатные пленки служат хорошим грунтом для лакокрасочных покрытий.

Примером оксидно-фосфатной пленки является пленка, полученная из щелочного раствора, содержащего едкий натрий, нитрит натрия и тринатрийфосфат.

Детали перед оксидированием очищают от ржавчины, окарины и жировых загрязнений. Подготовленные детали загружают в ванну оксидирования. Детали простой конфигурации можно укладывать навалом (встряхивать).

Щелочное оксидирование. Формирование оксидной пленки начинается с появления на металле кристаллических зародышей магнитной окиси железа, которые, разрастаясь, образуют сплошную пленку. Структура пленки и ее толщина зависят от соотношения скоростей возникновения центров кристаллизации и роста отдельных кристаллов: если скорость образования центров кристаллизации превышает скорость их

роста (что имеет место при повышенной концентрации окислителей), то на поверхности быстро образуется тонкий плотный слой окисла и взаимодействие металла со щелочью прекращается. При обратном соотношении скоростей (при повышенной концентрации щелочи) образуются более толстые, но рыхлые пленки. При этом возможно появление красно-бурого налета гидрата окиси железа, снижающего качество покрытия. Толстые окисные пленки (2-3 мкм), свободные от указанного налета, могут быть получены оксидированием изделий в двух растворах, в первом из которых концентрация щелочи ниже обычной. В этом растворе поверхность изделия покрывается тонкой пленкой, а во втором, концентрированном, продолжается рост окисной пленки без образования гидроокиси железа.

Азотно-кислые и азотисто-кислые соли, используемые в качестве окислителей, по-разному окрашивают оксидную пленку: в присутствии азотно-кислых солей образуются матовые пленки черного цвета, а в присутствии азотисто-кислых – блестящие пленки с синеватым оттенком. Но матовые пленки обладают большей стойкостью против коррозии.

Изделия из цветных металлов, а также стальные, с частями из цветных металлов оксидированию в концентрированных щелочных растворах не подвергаются из-за возможного растворивания.

Режим оксидирования (температура и время) зависит как от состава ванны, так и от марки стали. Зависимость времени выдержки при оксидировании от состава материала приведена в таблице. Оксидирование производят при температуре кипения раствора, поэтому по мере испарения воды температура повышается.

Для высокоуглеродистых сталей начальная температура оксидирования – 135-137°C, а для легированных – 140-145°C.

Оксидирующий раствор контролируют, наблюдая за температурой его кипения.

Зависимость времени выдержки от состава материала

Металл	Время выдержки, мин	Цвет оксидной пленки
Сталь с содержанием углерода: 0,1-0,4% 0,4-0,7% свыше 0,7%	50 30 20	Синевато-черный Синевато-черный Синевато-черный
Легированные стали	60-120	От коричневого до синевато-черного
Чугун и кремнистые стали	30-60	От соломенно-желтого до коричневого

Оксидирование производят в стальной ванне, снабженной вентиляцией. Ванна должна быть заземлена и теплоизолирована.

Изделия после оксидирования тщательно промывают водой до полного удаления следов щелочи и подают на следующие операции:

- обработку в кипящем мыльном растворе (20-30 г/л твердого мыла) при температуре 100-110°C (время 3-5 мин);

- сушку при температуре;

- обработку в минеральном масле (машинное, веретенное, вазелиновое) при температуре 100-110°C (время 3-5 мин). Можно пропитать пленку олифой. Для этого изделие погружают в 15-20%-й раствор олифы в бензине, а затем сушат 2 ч при температуре 90-95°C.

Оксидирование в кислых растворах. Данный процесс позволяет получить фосфатно-оксидные пленки, антикоррозионные, адгезионные и механические свойства которых в несколько раз превосходят свойства обычных пленок. Другим важным преимуществом является быстрота процесса, малый расход тепла на обогрев ванны и возможность одновременной обработки деталей их черных и цветных металлов.

В состав растворов для бесщелочного оксидирования обычно входят ортофосфорная кислота и окислители –

двуокись марганца MnO_2 , азотно-кислый кальций или барий. Фосфаты, входящие в состав пленок, образуются в результате взаимодействия металла и фосфорной кислоты.

Оксидирование производят при температуре раствора около $100^{\circ}C$ в течение 40-45 мин. Признаком завершения процесса служит прекращение обильного газовыделения.

Изделия, подлежащие оксидированию в кислых растворах, после операции подготовки поверхности непосредственно перед оксидированием промывают в разбавленном растворе фосфорной кислоты (8-10 г/л) при цеховой температуре.

Практическая часть

1. На практике познакомиться с технологическим процессом оксидирования деталей в условиях МАЗа. Какие электролиты и оборудование используются для нанесения покрытий?

2. Записать схему технологического процесса нанесения оксидного покрытия

3. Номенклатура покрываемых деталей.

4. Контроль качества оксидного покрытия.

Л и т е р а т у р а

1. Дасоян М.А., Пальмская И.Я., Сахарова Е.В. Технология электрохимических покрытий. – Л.: Машиностроение, 1989. – 391 с.

2. Емелин М.И., Герасименко А.А. Защита машин от коррозии в условиях эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1980. – 224 с.

С о д е р ж а н и е

Введение.	3
Порядок выполнения лабораторных работ.	3
<i>Лабораторная работа № 1. Электрохимическое обезжиривание.</i>	<i>3</i>
<i>Лабораторная работа № 2. Технология нанесения защитного цинкового покрытия.</i>	<i>7</i>
<i>Лабораторная работа № 3. Твёрдое хромирование деталей пресс-форм.</i>	<i>11</i>
<i>Лабораторная работа № 4. Технология нанесения защитного оксидного покрытия.</i>	<i>16</i>

Учебное издание

ГУРЧЕНКО Павел Семенович
ЕРОХОВЕЦ Татьяна Николаевна

ПОКРЫТИЯ НЕДИФФУЗИОННОГО ТИПА

Методическое пособие
к лабораторным работам
для студентов специальностей
1-36 01 02 «Материаловедение в машиностроении»,
1-42 01 01 – 01 03 «Металловедение, технология
и оборудование термической обработки металлов»,
1-42 01 01 «Металлургическое производство
и материалобработка»

Редактор Е.И. Кортель.

Компьютерная верстка Е.А. Занкевич

Подписано в печать 14.01.2005.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 1.3. Уч.-изд. л. 1.0. Тираж 100. Заказ 49.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия № 02330/0056957 от 01.04.2004.

220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.