

ков; Под ред. А.В. Глазкова. — М.: Высш. школа, 1975. — 336 с. 2. Фотеев Н.К. Технология электроэрозионной обработки. — М.: Машиностроение, 1980.

184 с. 3. Александров В.П. Исследование технологических характеристик электроэрозионной обработки жаропрочных материалов. — М.: Наука, 1964. 122 с.

УДК 621.793 + 667.64

Ю.В. Синькевич, П.Г. Дроздов

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

От качества подготовки поверхности деталей в значительной мере зависит качество защитных антикоррозионных покрытий. Наличие на поверхности различных загрязнений, являющихся следствием предшествующих технологических операций, резко снижает адгезию функционального покрытия с металлоосновой. Загрязнения на поверхности металла могут быть различными по своей природе и свойствам. Термическая окалина, продукты коррозии, сульфидные или оксидные пленки, возникающие при взаимодействии металла с окружающей средой и довольно прочно связанные с ним силами химического сродства, удаляются химическим травлением, в процессе которого нарушается их химическая связь с металлом. Загрязнения в виде жиров, консервационных смазок, остатков полировочных паст, абразивов, охлаждающих эмульсий, связанные с металлом адгезионными силами, удаляются в процессе обезжиривания, разрушающего эти связи [1,2].

Выбор способа очистки поверхности деталей от жировых загрязнений определяется природой загрязнений [2]. Жиры минерального происхождения, к которым относятся полировочные пасты, консистентные смазки, минеральные масла, не растворяются в воде, и для их удаления применяют органические растворители. Эта операция является первой в процессе обезжиривания деталей перед осаждением покрытий. Органические растворители токсичны, а некоторые из них пожароопасны. Поэтому применять их можно при использовании специального оборудования и соблюдении соответствующих правил техники безопасности. Жиры растительного и животного происхожде-

дения также практически не растворяются в воде, но взаимодействуют с водными растворами щелочей или солей щелочных металлов, образуя растворимые в воде мыла.

После удаления следов растворителя детали обезжиривают химическим или электрохимическим способами в водных щелочных растворах при температуре 60...80 °С. Под воздействием горячего щелочного раствора происходит разрыв жировой пленки, уменьшение ее толщины, образование отдельных капель масла и их отрыв от поверхности металла. При этом также отделяются также мелкие механические загрязнения.

Введение в водные щелочные растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ) усиливает эмульгирующее действие раствора, снижает межфазное натяжение на границе раствор — жир и раствор — металл и обеспечивает образование мицеллосложных комплексов, состоящих из большого количества атомов, молекул и ионов, которые формируются при диспергировании фазы в определенной среде или при возникновении новой фазы в процессе ее конденсации из молекул и ионов [2]. Благодаря процессу мицеллообразования, ПАВ способствуют диспергированию твердых и эмульгированию жидких загрязнений и создают благоприятные условия для быстрого и эффективного удаления жировых и некоторых других загрязнений независимо от их природы.

Добавление к растворам кислот ПАВ, улучшающих смачивание и предотвращающих коррозию металла, позволяет в некоторых случаях сочетать в одной операции обезжиривание и травление. А комбинация ПАВ с некоторыми солями позволяет совместить процессы обезжиривания, травления и фосфатирования поверхности деталей из стали, алюминия и цинка перед нанесением лакокрасочных и порошковых материалов.

Совершенствование технологии подготовки поверхности деталей в гальваническом производстве идет по пути применения новых обезжиривающих составов, повышающих качество обезжиривания, снижения энергозатрат и интенсификации производства. Одним из перспективных направлений можно считать применение водных растворов на основе ПАВ.

С учетом выше изложенного был разработан Обезжириватель НТ-М для низкотемпературной подготовки поверхности изделий из черных и цветных металлов перед нанесением защитных покрытий, который по воздействию на организм человека согласно ГОСТ 12.1.007 относится к IV классу опасности (малоопасное вещество) и биоразлагаем в окружающей среде.

Целью настоящей работы было исследование процессов и разработка технологий низкотемпературной подготовки поверхности изделий. Оценивалась эффективность применения ПАВ ионогенного и неионогенного ти-

пов (ОП-7, ОП-10, НП-1, НП-3, ДС-РАС, ОС-20), а также композиций на их основе (Лабомид-203, ТМС-31, Деталин, Обезжириватель ДХТИ-НТ, Обезжириватель НТ-М) в процессах химического обезжиривания, совмещенного обезжиривания — травления и совмещенного обезжиривания — травления — фосфатирования.

Процесс химического обезжиривания

При изучении и подборе веществ для низкотемпературного химического обезжиривания струйным и погружным способом исследовались композиции, способные устойчиво работать в слабощелочной среде ($pH = 8...9$) при пониженных температурах ($18...25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

В результате проведения серии экспериментов по очистке струйным способом стальных деталей от смеси в соотношении 1:1 масла И-20 и солидола было установлено, что при пониженной температуре моющая способность водных растворов известных моющих средств по сравнению с Обезжиривателем НТ-М значительно хуже (табл. 1).

Таблица 1

Моющая способность моющих средств при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 0,1\text{ МПа}$

Моющее средство	Концентрация г/л	Продолжительность очистки, сек					
		30	60	90	120	180	240
		Чистота поверхности, баллы					
Тринатрийфосфат	20	2,0	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5
Лабомид-203	30	2,0	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0
МС-6	30	3,0	3,5	4,5	5,0	5,5	6,0
Обезжириватель ДХТИ-НТ	30	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
Обезжириватель НТ-М	30	4,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

Качество обезжиривания поверхности образцов контролировалось по краевому углу смачивания пленкой воды и методом нанесения контактной меди из раствора следующего состава: купорос медный — 120г/л; кислота серная — 80 г/л; натрий хлористый — 0,5 г/л; вода до 1 л.

С учетом полученных результатов дальнейшие исследования процесса химического обезжиривания стальных деталей проводились в растворе, содержащем: тринатрийфосфат — 20г/л; Обезжириватель НТ-М — 30г/л; вода — до 1 л. После струйной обработки в течение 4 мин при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ детали были подвергнуты химическому травлению в 20 % растворе серной

кислоты в течение 1...2 мин, промывке и нанесению различных гальванических покрытий (медного, цинкового и никелевого) с рядом толщин, регламентированных действующей нормативно-технической документацией (НТД) на эти покрытия. После осаждения и сушки все покрытия были подвергнуты контролю прочности сцепления с металлоосновой методами полирования, навивки, нанесения сетки цапапин, изгиба, вдавливания прессом Эрексона, удара и нагрева. Испытания выдержали все образцы, что свидетельствовало о высокой степени очистки поверхности от масляных загрязнений перед гальванизацией. Высокая степень удалености масляных загрязнений в водном растворе Обезжиривателя НТ-М обусловлена сильными адсорбционными свойствами композиции в металлоповерхностном слое, а также активным мицеллообразованием с масляной фазой загрязнений, что также подтверждается отсутствием вторичного осаждения масляных загрязнений на поверхность деталей при их извлечении из ванны через слой пены.

Было отмечено усиление дисперсии масляных загрязнений фосфат-составляющей раствора. Состав на основе Обезжиривателя НТ-М обуславливает практическую ликвидацию термина критической маслоемкости обезжиривающих растворов по причине флокуляции масляных загрязнений с их последующей абсорбцией пеной зеркала электролита. Из более 20 исследованных композиций ни у одной из них не была выявлена такая склонность к диспергированию масел при пониженных температурах, как у Обезжиривателя НТ-М в водном растворе тринатрийфосфата. Наличие в растворе фосфат-ионов позволяет проводить совмещение операций обезжиривания и межоперационного пассивирования, что особенно важно для деталей из алюминия, цинка и их сплавов.

Процесс совмещенного обезжиривания — травления

С целью экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), материалов и сокращения технологического цикла нанесения покрытий был исследован процесс совмещенного обезжиривания — травления поверхности деталей из стали, цветных металлов и сплавов перед нанесением функциональных покрытий. К сравнению были привлечены действующие на предприятиях Республики Беларусь составы травления черных и цветных металлов на основе серной, соляной и азотной кислот. Была отмечена высокая ингибирующая способность Обезжиривателя НТ-М в кислых растворах: при травлении стальных деталей до 98,5 % в соляной кислоте и 99,3 % в серной кислоте и 70...85 % в азотной кислоте при травлении меди и ее сплавов. Устойчивость и высокая диспергирующая способность Обезжиривателя НТ-М в кислых растворах приводит не только к качественному обезжириванию поверх-

ности, но и к улучшению удаления окалины. Поведение Обезжиривателя НТ-М в кислых растворах практически повторяет его свойства в щелочных растворах – масла диспергируются, флокулируют и абсорбируются пеной зеркала электролита. Средняя продолжительность удаления жировых загрязнений при температуре 18...20 °С в 10 % растворе соляной кислоты составляет 1...3 мин. Замечено, что шламообразование полностью нивелируется на очищенной от окалины поверхности деталей при травлении в 20 % растворе серной кислоты с добавкой 15 г/л Обезжиривателя НТ-М. Работоспособность Обезжиривателя НТ-М сохраняется в растворах серной и соляной кислот с общим содержанием до 750 г/л, азотной — до 550 г/л.

Удаление консервационных смазок и полировочных составов в значительной степени интенсифицируется при использовании вращательных установок — колоколов и барабанов, в результате чего снимаются диффузионные ограничения при диспергировании и мицеллообразовании комплексов ПАВ-масло. При плохой отмывке деталей от Обезжиривателя НТ-М, либо его случайное попадание в ванну нанесения функционального покрытия не влечет за собой дислокационных изменений кристаллообразования металла при его осаждении и не изменяет твердость покрытия. Качество подготовки поверхности в совмещенном растворе было неоднократно проверено путем контроля осажденных покрытий, твердость и адгезия которых соответствовала действующим нормам НТД на эти покрытия. Удельная норма расхода Обезжиривателя НТ-М при его концентрации 30 г/л в ванне совмещенного обезжиривания — травления составила 3...5 г/м² подготовленной поверхности.

Процесс совмещенного обезжиривания — травления — фосфатирования

Известные современные процессы фосфатирования реализуются при повышенных температурах — 50...80 °С. Анализ составов ванн фосфатирования и проведенные исследования позволили разработать модификацию Обезжиривателя НТ-М, включающую низкотемпературный инициатор и стабилизатор, для совмещенного процесса обезжиривания — травления — фосфатирования деталей из стали, алюминия и цинка при температуре от 10 °С в водных растворах ортофосфорной кислоты струйным и погружным способами. Удельная плотность фосфатного слоя при расходе композиции на подготовку поверхности 5...10 г/м² на стальных деталях составляет (0,6...0,8) × 10⁻³ г/м², что характеризует высокую адгезию лакокрасочных и порошковых материалов.

Детали и образцы, подготовленные по данному процессу и покрытые без предварительной грунтовки эмалью МЛ-12, были подвергнуты климатическим испытаниям:

- при $t = 40 \pm 2$ °С и относительной влажности 98 % в течение 10 суток;
- циклическое изменение температуры от -40 °С до $+50$ °С – 2 цикла.

После климатических испытаний оценивались функциональные свойства лакокрасочного покрытия в соответствии с НТД на эти материалы: по внешнему виду — декоративные свойства (цвет и блеск покрытия) остались без изменений; мыления, грязеудержания не наблюдалось. Изменений защитных свойств покрытия (растрескивания, отслаивания, образования пузырей, коррозии металла) не обнаружено. Также остались без изменений физико-механические свойства — ударпрочность, адгезия и изгиб.

Выводы

Полученные результаты исследований позволили разработать и внедрить на многих предприятиях Республики Беларусь различные технологические схемы низкотемпературной подготовки поверхности деталей перед нанесением защитных покрытий и обеспечить:

- значительное сокращение технологического цикла подготовительных операций, ТЭР (воды, пара, электроэнергии), материалов и себестоимости выпускаемой продукции;

- устойчивую и стабильную работу оборудования в широком диапазоне рабочих температур;

- улучшение экологии гальванического производства за счет снижения газообразных выбросов более, чем в 2 раза путем умеренного и регулируемого поверхностного пенообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грилихес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. Выпуск 1. Приложение к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности». — М.: Химия, 1994. — 190 с. 2. Кудрявцев Н.Т. Электролитические покрытия металлами. — М.: Химия, 1979. — 352 с.