



Александр Чкалин



Василий Бочаров



Александр Селиванов



Ольга Добычина



Илья Трухачев

КРУГЛЫЙ СТОЛ

ТЕХНОЛОГИИ ЦИНКОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

В продолжение нашего заочного круглого стола по теме защиты от коррозионных процессов (см. № 99 «ДД», стр. 85–91) более детальное внимание (по просьбе многих читателей журнала) мы решили уделить технологиям цинкования металлических конструкций. Какими способами проводится антикоррозионное цинкование (покрытие цинком стальных и металлических конструкций)? Какие предъявляются требования к основному металлу и самому покрытию? На эти и другие вопросы отвечают ведущие специалисты, работа которых связана с этими направлениями.

– Отличающееся высокими защитными свойствами цинковое покрытие – более дорогое, если сравнивать его с лакокрасочными покрытиями. Можно ли в этой связи говорить о преимуществах и эффективности использования технологий цинкования для защиты конструкций мостовых сооружений или дорожных (барьерных) ограждений?

Александр Валерьевич Чкалин, генеральный директор ООО Предприятие «ПИК»:

– Да, это известный факт, что для защиты металлических изделий используют как цинкование, так и покрытие лакокрасочными материалами. Говоря об эффективности, мы должны понимать, что главное – это правильно защитить металл от воздействия внешней среды. Это особенно актуально для нашего климата, где часто происходят погодные изменения. Более того, цинк, в отличие от краски, обеспечивает как механическую, так и электрохимическую защиту поверхности, что дает дополнительную прочность конструкции. Хочу отметить, что цинковое покрытие долговечнее лакокрасочного, а значит, его не придется обновлять более длительное время. Ну и, наверное, одно из главных преимуществ – это небольшая трудоемкость работы. Все эти факторы говорят о том, что наиболее рационально выбирать обработку конструкций мостовых сооружений и барьерных ограждений цинком, нежели лакокрасочными покрытиями, однако в случае мостовых сооружений, это не всегда получается. Потому что обработка производится после монтажа, а не в заводских условиях.

Василий Алексеевич Бочаров, генеральный директор ООО «Цинкер»:

– Этот вопрос я бы разделил на две части: во-первых, если мы говорим о сравнимых

сроках защиты цинкового покрытия и систем ЛКМ, то покрытие из ЛКМ не является более дешевым, кроме того, сама технология нанесения ЛКМ достаточно сложна, а срок службы варьируется, в зависимости от способов нанесения, от пяти до десяти и более лет. Так что использование ЛКМ при защите, скажем, мостовых сооружений от коррозии обойдется ничуть не дешевле того же горячего цинкования, срок службы которого составляет 25 лет. Во-вторых, наше покрытие (на основе технологии цинкирования) дешевле горячего цинкования, выгоднее от 10 до 30%, но при этом срок службы не меньше чем у горячего цинка, то есть до 25 лет. В отличие от ЛКМ, где используются трудоемкие технологии многослойной системы нанесения, технология нанесения цинка с помощью специального цинкирующего состава очень проста и не требует специальной подготовки.

Александр Анатольевич Селиванов, заместитель директора направления «Транспортное строительство» холдинга ВМП:

– Антикоррозионные покрытия различаются по механизмам защиты. Так, лакокрасочные материалы, не содержащие цинк, могут обеспечить только барьерный тип защиты. Он препятствует проникновению внешней агрессивной среды. Если в ЛКМ добавлены специальные пигменты, то в них реализован ингибирующий тип защиты, замедляющий скорость коррозии. Цинкование обеспечивает катодную защиту, которая подавляет коррозию электрохимически.

Составы холодного цинкования сочетают все три способа защиты. Во-первых, барьерный, полимерный пленкообразователь, закрывает сталь. Во-вторых, ингибирующий, который зацелачивает

поверхность. В-третьих, катодный, так как высокодисперсный цинковый порошок в покрытии выступает в качестве «жертвенного» анода и расходуется вместо железа, если первые два уровня защиты будут прорваны.

При этом у холодного цинкования есть свои ограничения. Такой метод не подходит для применения в сильноагрессивных химических жидких средах. Это связано с тем, что кислоты и щелочи реагируют с цинком в покрытии. В таких случаях применяют материалы с барьерным механизмом защиты.

Ольга Сергеевна Добычина,
руководитель технологического
отдела ОАО «Завод Продмаш»:

– Преимущество металлических покрытий относительно ЛКМ состоит в их высокой коррозионной стойкости (срок службы покрытия не менее 10 лет), стойкости к механическим повреждениям, истиранию. Такие изделия обладают высокой эксплуатационной надежностью и позволяют существенно сократить затраты на обслуживание в процессе эксплуатации, в отличие от периодических ремонтных работ, которым подвергаются лакокрасочные покрытия. Равномерность и однородность покрытия позволяет обеспечить надежную защиту кромок изделия, в отличие от ЛКМ. При относительно небольших толщинах металла лакокрасочное покрытие при нанесении на большую площадь имеет большие потери. При этом толщина покрытия меньше, чем на основной поверхности металла. Металлическое покрытие имеет прочную физико-химическую связь с металлом за счет взаимного проникновения диффундирующих элементов, образующих слой покрытия. Таким образом, металлическое покрытие и, в частности, цинкование горячим методом дает множество преимуществ при эксплуатации металлоконструкций, особенно на открытом воздухе и при высокой влажности. К слову сказать, в 2021 году ОАО «Завод Продмаш» отметит важный юбилей – 15 лет

с момента запуска линии горячего оцинкования.

Илья Николаевич Трухачев,
заместитель начальника
ОТК ООО «ТОЧИНВЕСТ-ЦИНК»:

– Из докладов участников круглого стола, опубликованного в журнале «Дорожная держава» № 99, следует, что оптимальным средством антикоррозионной защиты металлоконструкций является лакокрасочное покрытие. Позволю не согласиться с этим. Горячее цинкование металлоконструкций дорожно-мостовых сооружений является более экономически выгодным ввиду ряда причин:

1. Для лакокрасочного покрытия необходима хорошая очистка поверхности (дробе/пескоструйная), что является финансово затратным даже в условиях крупного производства. При использовании метода горячего цинкования очистка поверхности металлоконструкций происходит при помощи химического травления, себестоимость которого минимальна.

2. Стоимость многокомпонентных (многослойных) современных лакокрасочных покрытий несущественно ниже стоимости цинка на квадратный метр. На итоговую стоимость покрытия также оказывают влияние временные затраты при нанесении слоев. С учетом соблюдения рекомендованных сроков высыхания между слоями срок нанесения антикоррозионной защиты методом нанесения лакокрасочных покрытий может составить несколько дней. Длительность горячего цинкования металлоконструкций вместе с этапами предварительной подготовки составляет четыре часа.

3. Нанесение необходимой толщины лакокрасочного покрытия на всех участках металлоконструкции и с надлежащим качеством требует привлечения высококвалифицированной и, как следствие, дорогостоящей рабочей силы. При горячем цинковании можно добиться необходимой толщины за одно погружение в расплав с соответствующим химическому составу использованного металла временем выдержки.

4. Необходимость многократного ремонта (обновления) лакокрасочного покрытия в течение срока службы металлоконструкции, так как срок его службы не совпадает со сроком службы металлоконструкций. Срок службы горячеоцинкованных конструкций составляет до 75 лет, в зависимости от условий окружающей среды. Цинк является «жертвенным» защитным слоем и не дает возможности корродировать основному металлу, пока остается на его поверхности.

– Какие из способов (методов) цинкования наиболее часто применяются для защиты конструкций мостовых сооружений и дорожных ограждений? Чем обусловлен выбор того или иного метода? Насколько отвечают требованиям экологической безопасности указанные методы?

А.А. Селиванов:

– Выделяют следующие методы цинкования: горячее, гальваническое, термическое, термомодифицированное и «холодное цинкование». Все методы цинкования требуют качественной подготовки поверхности и соблюдения технологии нанесения. Для «холодного цинкования» нужна абразивоструйная обработка металла до степени Sa 2–2½. Подобно горячему методу, цинкнаполненное лакокрасочное покрытие обеспечивает протекторную электрохимическую защиту стали.

Благодаря удобству нанесения, надежности и отличному внешнему виду покрытия постоянно растет спрос на «холодное цинкование». Главное преимущество «холодного цинкования» – универсальность применения, это и сделало его наиболее популярным методом в мостостроении. Покрытия, как и обычные ЛКМ, наносятся на различные металлические конструкции (крупногабаритные или сложной формы) до или после их монтажа, а также при ремонтных работах, при высокой влажности или отрицательных температурах, в заводских и/или полевых условиях.



Они устойчивы к перепадам температур, могут применяться в условиях холодного климата. На ответственных объектах с крупногабаритными металлоконструкциями и атмосферной высокоагрессивной средой только «холодное цинкование» может обеспечить высокие сроки службы.

В.А. Бочаров:

– Мостовые сооружения и дорожные ограждения – это разные объекты инфраструктуры и, следовательно, они предполагают разные системы защиты от коррозии. На мостовых сооружениях преимущественно используются системы ЛКМ, в отличие от тех же дорожных ограждений, где в основном применяется цинкование. Если говорить о технологии цинкирования, то она применима как для мостовых сооружений, поскольку технология нанесения схожа с нанесением ЛКМ, так и для дорожных ограждений.

Что касается экологии, то как при цинкировании, так и при использовании ЛКМ используются органические растворители, которые негативно влияют на окружающую среду. Другое дело, что при производстве таких материалов предприятия учитывают эту проблему и сами принимают необходимые меры по уменьшению испарений. Впрочем, растворителя при производстве этих материалов используется не так много. Из общей массы матери-

ала, используемого для производства продукта, 20% составляет растворитель.

А.В. Чкалин:

– Согласно ГОСТу, дорожные ограждения должны обрабатываться методом горячего или термодиффузионного цинкования, также допускается нанесение лакокрасочного покрытия, но сейчас выбор заказчиков склоняется к горячему цинкованию, потому что оно более долговечно и устойчиво к механическому воздействию.

Что касается мостовых сооружений, то эти методы не используются, потому что защитное покрытие наносят только после установки конструкций. Это делается из-за дополнительного воздействия на металл при сборке. Например, сварочные работы или монтаж могут легко повредить антикоррозийное покрытие. Но металл для конструкций модульных надземных пешеходных переходов производства ООО Предприятие «ПИК» может обрабатываться методом горячего цинкования, потому что при сборке не применяется сварка, а значит, не повреждается и защитный слой.

Что касается экологической безопасности, то «Предприятие ПИК» внимательно относится к здоровью окружающей среды при горячем цинковании:

- Соблюдаются все меры предосторожности;

- Регулярно проводится технический осмотр ванн, аппаратов транспортировки цинка;

- Все сотрудники защищены спецодеждой;

- Особое внимание уделяется отходам и переработке: весь цинк, который используется на нашем предприятии, повторно перерабатывается на других предприятиях. Вероятность загрязнения окружающей среды сводится к минимуму.

С уверенностью можно сказать, что все методы, которые применяются для цинкования изделий, отвечают требованиям государственных стандартов РФ.

О.С. Добычина:

– Наиболее распространен метод погружения в расплав цинка (горячее цинкование), так как обеспечивается доступ ко всей поверхности изделия, включая внутренние полости конструкции. Таким образом, все изделие обретает защиту от коррозии на срок не менее 10 лет.

Ограничениями данного метода могут служить только размеры ванн цинкования. Элементы мостовых и дорожных ограждений за счет своих габаритов полностью погружаются в ванну, что позволяет обеспечить надежное покрытие, точность производства и сократить затраты.

И.Н. Трухачев:

– Цинковые покрытия получают следующими способами:

1. Плакированием. Этот способ заключается в совместной горячей прокатке или волочении основного металла и цинка. Характеризуется минимальной толщиной покрытия и соответственно коррозионной стойкостью. Данный метод не применяется в строительстве мостовой и дорожной инфраструктуры.

2. Газотермическим напылением. Заключается в расплавлении и распылении цинка газовым или плазменным потоком для формирования на металле слоя цинка. Характеризуется непрочным сцеплением цинкового слоя с металлом, хотя не ограничен по

толщине. Данный метод применяется при ремонтных работах и защите поврежденных участков ранее нанесенного покрытия методом ГЦ.

3. Гальваническим. Заключается в электрохимическом осаждении катионов цинка на металл. Характеризуется небольшой толщиной покрытия до 30 мкм и сроком службы до трех лет. Метод ограничен в использовании на металлоконструкциях небольшими габаритами ванн для гальванизации, но позволяет защищать резьбовые соединения без прослабления резьбы.

4. Диффузионным (шерардизацией). Заключается в насыщении цинком поверхности металлических изделий в порошковой среде цинка при температуре 400–500°C. Характеризуется прочным сцеплением и толщиной покрытия до 120 мкм. Метод ограничен в использовании на металлоконструкциях, что связано с небольшими габаритами реторт (до 4 м), но позволяет защищать резьбовые соединения без прослабления резьбы с более долговечным сроком эксплуатации.

5. Горячим цинкованием. Основной метод антикоррозионной защиты металлоконструкций, заключающийся в погружении подготовленных металлоконструкций в расплав цинка, при котором происходит диффузное проникновение цинка в металл (сплав железо-цинк) и поверхностное налипание цинка. Характеризуется различным диапазоном толщины покрытия от 40 мкм до 1 мм. Срок службы цинкового покрытия в каждом конкретном атмосферном воздействии приблизительно пропорционален толщине покрытия. В строительстве мостовой и дорожной инфраструктуры ограничения метода связаны с габаритами ванны цинкования.

– Как осуществляется контроль качества цинкового покрытия?

В.А. Бочаров:

– Все эти вопросы прописаны в ГОСТах. На каждый из видов цинкования распространяются свои нормативные требования, ГОСТы и другие документы. Скажем, на



горячее цинкование используется ГОСТ 9.307-89. На метод цинкования ГОСТа пока нет, поскольку это совершенно новая технология, но к нему применяются такие же требования и ГОСТы, как и к ЛКМ: сплошность покрытия, наличие дефектов и т. д. Все это есть в технических условиях, где прописаны все необходимые требования для производства и контроля за качеством производимой продукции. На нашем производстве контролируется каждая партия на соответствие ТУ: вязкость, плотность, стойкость к различным агрессивным средам, массовая доля нелетучих веществ в самом продукте, содержание цинка в сухой пленке, время сушки. То есть выполняются все проверки, необходимые при производстве качественного продукта в соответствии с техническими условиями.

О.С. Добычина:

– Требования к контролю качества покрытия определены стандартами ГОСТ 9.307 и ИСО 1461. К оцениваемым параметрам относят такие показатели, как внешний вид покрытия, толщина покрытия и прочность сцепления покрытия с металлической основой. Наиболее распространенным методом контроля толщины покрытия на производстве является магнитный метод. Прочность сцепления контролируется методом удара поворотным молотком. Контрольная партия определяется производителем в зависимости от ассортимента производимой продукции

и стабильности технологических процессов. Также имеет место сплошной визуальный контроль качества цинкового покрытия.

А.В. Чкалин:

– Качество цинкового покрытия зависит и от металла, поэтому сначала проверяется соответствие самого материала конструкции государственным стандартам. После обработки производится контроль качества цинковых покрытий (ГОСТ 9.301-86 и ГОСТ 9.302-88) по таким параметрам, как:

■ Внешний вид: не должно быть окалин, забоин, вздутий, трещин, шероховатостей, покрытие должно быть сплошным. Цвет – от серебристо-блестящего до матового темно-серого;

■ Толщина: определяется профессиональным толщиномером, замеры делаются в трех-четырёх местах на соответствие ГОСТу. После нескольких замеров на приборе появляется общее арифметическое число. Толщина должна быть не менее 40 мкм и не более 200 мкм;

■ Прочность сцепления: проверяется несколькими методами: ударом поворотным молотком, крацеванием (обработкой поверхности щетками разной жесткости), нагревом;

■ Коррозийная стойкость: проверяется устойчивость покрытия к окислению. У нас на предприятии есть камера солевого тумана, куда помещается изделие на 256 часов.



За это время можно увидеть, что будет с оцинкованной конструкцией через 11 лет эксплуатации в экстремальных условиях.

После соблюдения всех контрольных мер оцинкованная конструкция может быть допущена к сортировке и отправке заказчику.

А.А. Селиванов:

– Если говорить о цинкнаполненных ЛКМ, то далеко не каждая краска, содержащая цинковый порошок, обеспечивает высокую защиту. Механизмы защиты «включаются» только при высоком содержании цинка в покрытии. Международные стандарты нормируют этот показатель как не менее 80%. Правильная краска получается тяжелой, ее показатель плотности не ниже 2,6.

При этом важен связующий компонент: эпоксид или полиуретан обычно лежат в основе высококачественных покрытий лучших производителей ЛКМ. К сожалению, «экономичное», но нестойкое связующее сводит на нет все достоинства высокого содержания цинка в покрытии. Некачественное связующее может снизить долговечность и ухудшить декоративный вид покрытия.

Цинкнаполненные покрытия ВМП одобрены и рекомендованы

к применению специализированными испытательными центрами России, Германии, Польши и включены во все нормативные отраслевые документы. Покрытия компании применялись при строительстве транспортных сооружений и спортивных объектов Олимпиады в Сочи, Универсиады в Казани и многих других ответственных объектах.

В конце июля этого года под руководством ФКУ Упрдор «Черноморье» (ФДА «Росавтодор») в Сочи состоялись практические комисионные освидетельствования около 700 тыс. кв. м площадей на одиннадцати мостах и транспортных развязках, окрашенных материалами ВМП. Срок эксплуатации этих покрытий на момент проведения обследования на различных объектах составил от восьми до одиннадцати и более лет.

И.И. Трухачев:

– При условии соблюдения требований к процессам подготовки, а именно к обезжириванию (удалению масляных загрязнений в щелочных или кислотных ПАВах) и травлению (удалению коррозии, окалина с металла в серной кислоте в рамках времени заложенного технологией) поверхность металлоконструкций становится идеально чистой и готовой к цинкованию. На любом

производстве, оказывающем услуги по горячему цинкованию, за прохождением этих операций ведется тщательный контроль со стороны персонала.

Требования к цинковому покрытию изложены в ГОСТ 9.307-89 «Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля». Соответствие требованиям в обязательном порядке проверяется после цинкования металлоконструкции. Качественно нанесенное покрытие видно невооруженным взглядом: поверхность ровная, гладкая, блестящая. Особую роль в оценке качества занимает контроль толщины цинкового покрытия, являющегося основополагающим параметром соблюдения сроков эксплуатации металлоконструкции.

Существующий ГОСТ 9.307-89 расплывчато трактует методику измерения толщины покрытия, в связи с чем происходит недопонимание между заказчиками и оцинковщиками. ИСО 1461 «Покрытия, нанесенные методом горячего цинкования на изделия из чугуна и стали. Технические требования и методы испытания» предлагает более понятную и прозрачную методику замеров толщины покрытия. Представители ООО «ТОЧИНВЕСТ ЦИНК» неоднократно высказывали мнение, что регламентирующий горячее цинкование нормативный документ (ГОСТ 9.307-89) морально устарел и не может в полной мере отражать требования как к металлоконструкциям, подвергающимся горячему цинкованию, так и к самому цинковому покрытию, и требует пересмотра.

– Обеспечивают ли возможность использования новых эффективных технологий цинкования имеющиеся в настоящее время нормативные требования? На какие нормативные требования в основном ориентируются специалисты при изготовлении оцинкованных покрытий?

А.А. Селиванов:

– Существуют европейские стандарты ISO 12944, которые опреде-

ляют содержание цинка не менее 80%. Более строгим в этом отношении является американский стандарт SSPC-paint 20. В его основе лежит принцип: чем больше цинка, тем выше катодная защита. В классификации SSPC-paint 20 выделяются три уровня цинкнаполненных покрытий. Первому уровню соответствуют покрытия с содержанием цинка более 85%. Ко второму относятся покрытия с содержанием цинка от 77% до 85%. Стоит отметить, что в ассортименте ВМП нет цинкнаполненных грунтовок с содержанием цинка менее 80%.

Основными российскими документами в отрасли являются ГОСТ 9.401-91 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные», СТО 01393674-007-2019 «Защита металлических конструкций мостов от коррозии методом окрашивания» (АО «ЦНИИС»).

Нормативные документы не ограничивают применение технологии «холодного цинкования». При этом во многом развитие технологии определяется использованием достижений в химии – полимерных связующих. На смену этилсиликатным и стирол-акриловым пришли эпоксидные и полиуретановые. В системах с цинкнаполненной грунтовкой дополнительные слои усиливают защитные и декоративные свойства покрытия. Требования же к подготовке поверхности при этом остались прежними, поскольку только при качественной подготовке поверхности возможна долговременная защита.

В.А. Бочаров:

– У каждой отрасли существуют свои СТО, ГОСТы и технические условия, на которые ориентируются специалисты при производстве той или иной продукции. Есть ГОСТ на технологию горячего цинкования, на термодиффузию, на гальванику, то есть на любой вид покрытия. Если мы говорим про цинкирование, то, как я уже говорил выше, можно ориентироваться на технические условия. Кроме этого, эта

технология вписана в отраслевые стандарты СТО по мостовым конструкциям. В прошлом году нашей компанией было получено письмо от ЦНИИСа, где было отмечено, что технология может применяться при защите мостовых конструкций от коррозии.

Говоря об использовании новых технологий цинкования, а в нашем случае – цинкирования, следует отметить, что имеющиеся на сегодняшний день ГОСТы не способствуют внедрению новых технологий в этой области. Как я уже говорил, ГОСТа на цинкирование нет, есть только технические условия, которые позволяют нам производить и реализовывать нашу продукцию. С другой стороны, чтобы появился ГОСТ, необходимо провести множество испытаний, доказать эффективность технологии, ее экономическую целесообразность. Технология цинкирования, разработанная нашей компанией в 2017 году, была испытана, ее эффективность подтверждена. Мы провели большую работу с отраслевыми институтами, разрабатываемыми стандартами, и смогли доказать полезность данной технологии. В результате были проведены испытания и выдано заключение, что технология цинкирования имеет все шансы на использование в соответствующих отраслях. В России наша компания пока единственная, которая разработала и внедрила технологию цинкирования, а наш материал по своему составу является уникальным по совокупности характеристик. Поэтому сложности с внедрением ГОСТов, на мой взгляд, оправданы. Необходимо провести огромную работу и большое количество испытаний, чтобы доказать эффективность какого-либо материала или технологии. Мы смогли это сделать, и теперь можно думать о разработке нового стандарта, который будет отражен в ГОСТе.

И.И. Трухачев:

– Многие производители металлоконструкций считают, что оцинковать можно любое

изделие или конструкцию. Теоретически на любой металл можно нанести цинковое покрытие, но без учета необходимых требований это может быть небезопасно для производства (для людей и оборудования), или бесполезно в части антикоррозионной защиты, так как полученное покрытие не обеспечит необходимую толщину цинка.

Рекомендации к изготавливаемым металлоконструкциям, которые планируют защищать методом горячего цинкования, достаточно подробно изложены в ИСО 14713-2 (Покрытия цинковые. Руководство и рекомендации по защите от коррозии чугуновых и стальных конструкций. Часть 2. Горячее цинкование погружением), чего нельзя сказать про действующий в РФ ГОСТ 9.307-89. Химический состав используемых материалов сказывается на возможности получения требуемой толщины цинкового покрытия: чем больше кремния и фосфора в цинкуемом металле, тем толщина покрытия больше, что не всегда положительно влияет на адгезионную стойкость цинка к механическим повреждениям.

А.В. Чкалин:

– Нормативные требования не мешают использовать новые технологии при цинковании, а лишь устанавливают основные параметры изделия, которые должны соблюдаться для обеспечения качества.

Специалисты ориентируются на государственные и внутренние регламенты, на существующие стандарты. Только при условии полного соответствия всем пунктам проверки мы можем приступить к дальнейшей реализации продукции.

Редакция журнала благодарит участников круглого стола за проделанную работу, экспертную оценку и подробные ответы. Мы искренне желаем всем дальнейших профессиональных и творческих успехов в Новом году!