

## **ГОРЯЧЕЕ ЦИНКОВАНИЕ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ**

**Неладнова А.В.**

**Научный руководитель – доцент, кандидат химических наук Спектор Ю.Е.**

*Сибирский федеральный университет*

Соединения цинка и его сплавы известны человечеству с глубокой древности, металлический же цинк был получен значительно позднее, чем железо, свинец и олово. Это обстоятельство объясняется тем, что обычные способы плавки руды с углем здесь не достигали цели; чтобы восстановить цинк, его надо быстро нагреть до температуры около 1000 градусов, но при этом он кипит и в виде паров теряется вместе с дымовыми газами. Только после того как научились конденсировать пары цинка в глиняных сосудах, стало возможным получение металла в свободном состоянии. Полагают, что такой дистилляционный способ получения свободного цинка впервые был изобретен в Китае.

В промышленном масштабе выплавка цинка началась в XVII в.

Цинк в природе как самородный металл не проявляется. Цинк добывают из полиметаллических руд, содержащих 1-4 % Zn в виде сульфида, а также Cu, Pb, Ag, Au, Cd, Bi. Руды обогащают селективной флотацией, получая цинковые концентраты (50-60 % Zn) и одновременно свинцовые, медные, а иногда также пиритные концентраты. Цинковые концентраты обжигают в печах в кипящем слое, переводя сульфид цинка в оксид ZnO; образующийся при этом сернистый газ SO<sub>2</sub> расходуется на производство серной кислоты. Чистый цинк из оксида ZnO получают двумя способами. По пирометаллургическому (дистилляционному) способу, существующему издавна, обожженный концентрат подвергают спеканию для придания зернистости и газопроницаемости, а затем восстанавливают углем или коксом при 1200—1300 °C:  $ZnO + C = Zn + CO$ . Образующиеся при этом пары металла конденсируют и разливают в изложницы. Сначала восстановление проводили только в ретортах из обожженной глины, обслуживаемых вручную, позднее стали применять вертикальные механизированные реторты из карборунда, затем — шахтные и дуговые электропечи; из свинцово-цинковых концентратов цинк получают в шахтных печах с дутьем. Производительность постепенно повышалась, но цинк содержал до 3 % примесей, в том числе ценный кадмий. Дистилляционный цинк очищают ликвиацией (то есть отстаиванием жидкого металла от железа и части свинца при 500 °C), достигая чистоты 98,7 %. Применяющаяся иногда более сложная и дорогая очистка ректификацией дает металл чистотой 99,995 % и позволяет извлекать кадмий.

Основной способ получения цинка — электролитический (гидрометаллургический). Обожженные концентраты обрабатывают серной кислотой; получаемый сульфатный раствор очищают от примесей (осаждением их цинковой пылью) и подвергают электролизу в ваннах, плотно выложенных внутри свинцом или винипластом. Цинк осаждается на алюминиевых катодах, с которых его ежедневно удаляют (сдирают) и плавят в индукционных печах. Обычно чистота электролитного цинка 99,95 %, полнота извлечения его из концентрата (при учете переработки отходов)

93-94 %. Из отходов производства получают цинковый купорос, Pb, Cu, Cd, Au, Ag; иногда также In, Ga, Ge, Tl.

Цинк уже давно известен как материал для защиты от коррозии. Ежегодно в мире производится 7 млн. тонн цинка. Около половины его используется для защиты стали от ржавчины.

Покрытие Zn – это тонкопленочное цинковое покрытие, исключительно эффективно защищающее черные металлы от ржавчины. Оно сочетает достоинства горячего цинкования и лакокрасочных покрытий, исключает ряд их недостатков и имеет уникальные преимущества. Покрытие Zn обеспечивает одновременно и активную (катодную) аналогичную горячей оцинковке и пассивную (барьерную/ пленочную), как у красок, защиту от ржавления.

Основным принципом защиты черных металлов покрытием Zn является принцип катодной (активной) защиты посредством жертвенных электронов. Принцип заключается в том, что один металл (цинк) расходуется для защиты другого металла (железа). Основным доводом в пользу применения цинка в качестве защитного покрытия для стали является тот факт, что цинк подвергается коррозии гораздо медленнее, чем железо в большинстве окружающих сред.

Для обеспечения активной (катодной) защиты необходима повсеместная и свободная передача электронов, во-первых, от цинка железу и, во-вторых, между частицами цинка. Если частицы цинка не контактируют друг с другом и железом, то передача электронов не осуществляется и катодная защита не обеспечивается. Известно, что такая активная катодная защита обеспечивается цинковым покрытием, содержащим не менее 94% чистого цинка.

На практике активные покрытия, в основе которых - взаимодействие между самим покрытием (цинком) и основой (железом), получают погружением в расплав, электролитическим осаждением (гальваностегией), газопламенным или плазменным напылением и другими способами.

Преимуществом цинкового покрытия является: адекватная толщина, его однородность и сцепление, достаточное для нормальных манипуляций с изделиями.

Во время горячего цинкования сталь полностью погружается в расплавленный цинк и все ее поверхности остаются покрытыми, включая внутренние части, углы, щели и мелкие детали, труднодоступные с помощью других техник покрытия. Покрытие даже становится более толстым именно на углах и кромках, в отличие от того, что происходит при покрытии кистью или погружением при других типах защиты. Возможно защитить полностью, включая внутреннюю поверхность, трубы и полые элементы или, при необходимости, только их наружную часть.

Процесс горячего цинкования простой, тестируемый и легко контролируемый, в некоторых случаях автоматизированный.

Низкая начальная стоимость и долговечность делают цинкование самой универсальной и экономичной системой защиты стали на долгий срок (20 лет и больше); имеется много преимуществ, связанных с долговечностью защиты и возможностью не вмешиваться с работами по уходу или по продлению сроков службы.

Применение горячего цинкования отличается легкостью, и вся защитная система может быть осуществлена в краткие сроки. Альтернативные системы, в особенности окраска, нуждаются в значительном использовании рабочей силы. Горячее цинкование высоко механизировано, позволяет в короткие сроки осуществить обработку большого количества стальных или железных изделий и позволяет осуществлять автоматический контроль в реальном времени.

А так же такие преимущества как: время выполнения, легкость контроля, надежность системы и постоянство результатов, прочность и т.д.

Тенденция прогнозирования расходов в будущем ведет к усилению роли горячего цинкования. Достаточно сравнить стоимость цинкования со стоимостью покраски в последние 30 лет и, прежде всего, стоимость рабочей силы, которая гораздо больше влияет на стоимость покраски и термического спрея, чем на стоимость горячего цинкования. Это тем более верно, если учесть, что для получения окраски действительно хорошего качества необходимо подготовить базовую поверхность пескоструйным способом (а не поспешной чисткой щетками), и все это является очень дорогими операциями.

Очень вероятно, что эти тенденции сохранятся и в будущем.

— Цинка много и, возможно, в будущем он будет менее дорогим по сравнению с конкурирующими материалами.

— Исторически, относительно других материалов, стоимость цинка, которая составляет треть от расходов на горячее цинкование, в целом, не последовала за инфляцией.

— Контроль за состоянием окружающей среды и налоги на электроэнергию будут способствовать значительному увеличению стоимости материалов для промышленности, но возможно, что оцинкованная сталь испытает меньше ограничений как по экологическим причинам, так и из-за меньшего роста стоимости по сравнению с системами окрашивания, также и на водной основе.

— Более чистая атмосфера позволит оцинкованному железу существовать еще дольше, в то время как ультрафиолетовые лучи, которые легче проникают в чистую атмосферу, являются фактором порчи у красок. Поэтому возможно, что тенденция использовать оцинкованную сталь в конструкциях, строительстве и во многих других сферах будет развиваться.

Последнее соображение делает более вероятным предположение о большей распространенности в будущем горячего цинкования: дело в том, что некоторые государства отстали в использовании на единицу населения оцинкованной стали также относительно скромной среднемировой величины, оцениваемой примерно в 8% от продукции, пригодной для цинкования.

В настоящее время в России существует 3 производства по выпуску горячеоцинкованного металлопроката среднегодовой мощностью до 1 млн. тонн каждое и около 40 предприятий, предлагающих услуги горячего цинкования методом окунания деталей, средней мощностью от 25 до 40 тыс. тонн.

Основным фактором, позволившим большинству предприятий удержать объемы производства, стала реализация государственных программ в области дорожного строительства, энергетики, строительства промышленных и сельскохозяйственных комплексов.

В 2009 году, несмотря на кризисные явления в экономике, в России были введены мощности для производства горячего цинкования на трех предприятиях, выпускающих металлоконструкции. По прогнозам экспертов, в ближайшие 3-4 года подобная практика сохранится, и на территории России будут появляться от 3 до 5 предприятий ежегодно, со средней мощностью в 35-40 тыс. тонн.

Российский рынок горячего цинкования имеет высокую потенциальную емкость в долгосрочной перспективе. Согласно данным экспертного опроса, потенциальная емкость рынка в долгосрочной перспективе может составить до XXX млн. тонн, что практически в 3 раза превышает объем потребления в текущем году. Однако, согласно экспертным оценкам, потенциальная емкость рынка не будет реализована в ближайшие семь лет.

Одним из препятствий к развитию рынка является локализация предприятий в центральной части России, в то время как спрос постепенно сдвигается за Урал.

Более 50% российских предприятий сосредоточены в европейской части России, на Урале же, а тем более в Сибири и на Дальнем Востоке, их практически нет, за исключением одного предприятия в Тюменской области. В то же время, в этих регионах расположено немало предприятий, имеющих потребности в нанесении цинкового покрытия на изделия.

Большое влияние на сдерживание спроса оказывает отсутствие у многих производителей осознания потребности в защите металла. Зачастую выбор покрытия определяется только экономическими факторами без учёта долговечности и эксплуатационных свойств. Вместе с ростом предложения на рынке производителям необходимо развивать культуру потребления продукции, когда преимущества горячего цинкования станут очевидны для потребителя.

Разработка предприятия горячего цинкования металлоизделий является актуальной на сегодняшний день, так как цинкование на мировом рынке находит большое применение.