

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛИ

Хорошо известно, что длительную защиту стали от коррозии обеспечивают цинковые покрытия. Однако, нанесение их традиционными методами, такими, например, как горячее цинкование или электрохимическое осаждение, на крупногабаритные металлоконструкции технически трудноосуществимо и на практике не используется. В сравнении с традиционным методом наиболее доступным, дешевым, а иногда и единственно возможным, оказывается метод холодного цинкования металла [1].

Холодное цинкование заключается в нанесении на подготовленную поверхность стали цинксодержащего состава, в результате чего образуется покрытие, обладающее антикоррозийными свойствами, как и покрытие, полученное методом горячего цинкования. В последние годы лакокрасочные материалы (ЛКМ), содержащие цинковый порошок в качестве наполнителя, все чаще применяется для защиты металлоконструкций и крупногабаритного оборудования.

На воздухе цинк окисляется, покрываясь тонкой, но прочной пленкой оксида и основного карбоната цинка [2]. Эта пленка защищает цинк от дальнейшего окисления и обуславливает высокую коррозионную стойкость.

Высокие антикоррозионные свойства цинка при нанесении его на сталь обусловлены еще и тем, что цинк имеет электрохимический потенциал ниже, чем железо (- 0,76 и - 0,44 В, соответственно). Поэтому в электрохимической паре цинк-железо, возникающей в присутствии воды (влаги), цинк выполняет роль анода и разрушается, а подложка железо выполняет роль катода сохраняется, кроме того имеет место пассивация стали за счет подщелачивания. Ионы цинка реагируют с CO_2 воздуха, образуя плотный слой нерастворимых карбоната и карбоната гидроксоцинка, тормозящих дальнейшее развитие коррозионного процесса.

В лакокрасочных цинксодержащих покрытиях защита от коррозии металла-подложки осуществляется по двум механизмам: барьерному и электрохимическому. Причем электрохимический механизм защиты превалирует в начале коррозионного процесса, а затем включается барьерный механизм защиты. Под барьерным механизмом защиты подразумевается образование продуктов коррозии

цинка, которые экранируют подложку от проникновения коррозионных реагентов.

Протекторная защита достигается за счет формирования электропроводящих контактов между частицами цинка и сталью, поэтому в современных цинкнаполненных грунтовках содержание цинка в сухой пленке достигает 95 %. Но такие покрытия обладают слабыми физико-механическими характеристиками вследствие высокого содержания цинка. Металлополимерные покрытия, представляющие собой гетерогенные системы, состоят из полимерной среды и высокодисперсной металлической фазы, на границе которой реализуется хемосорбционное взаимодействие.

Гидроизоляционная защита металла присуща лакокрасочным и полимерным покрытиям. Тип защиты – барьерный. Поверхностный изоляционный слой оказывает препятствие механическому и химическому негативному воздействию.

Электрохимическая защита основана на работе гальванической пары железо-цинк. Тип защиты – протекторный. Цинковое покрытие по отношению к металлической основе является анодом и при негативном воздействии изначально подвергается разрушению, защищая при этом матричную основу. Электрохимические функции защиты цинкового слоя являются приоритетными, поэтому защитный тип комбинированного покрытия считается катодным.

Цинксодержащие ЛКМ относятся к составам, обеспечивающим катодную защиту углеродистой стали и представляющим активные системы, более эффективные для замедления коррозии, чем пассивные барьерные системы.

Целью данной работы является проведение оценки возможности использования отхода горячего цинкования – цинковой пыли для цинкнаполненных красок. По литературным данным [3,4] известно, что качество покрытия во многом зависит от размеров и содержания основного компонента краски – мелкодисперсных частиц цинка. Оптимальный размер частиц цинковой пыли, обеспечивающий достижение эффективной электрохимической защиты стали цинксодержащим покрытием и требуемых технологических свойств, составляет 3–15 мкм. Экспериментальные составы цинксодержащих красок готовились на основе пленкообразователей: жидкого стекла, этилсиликатного и акрилового связующего, которые были предоставлены производителем красок ООО «Гальварекс».

Коррозионные свойства красок изучали электрохимическими методом. Для оценки коррозионной стойкости покрытий использовался метод снятия катодных и анодных поляризационных кривых. Для проведения испытаний были изготовлены электроды

(20x20 мм), которые вырезались из стального листа, толщиной 1,5 мм марки Ст3. Поверхность электродов перед нанесением цинксодержащих красок предварительно обрабатывалась в пескоструйном аппарате. Затем образцы (электроды) обезжиривались в ацетоне, промывались дистиллированной водой и высушивались на воздухе.

Коррозионные исследования проводили с использованием потенциостата/гальваностата Metrohm Autolab PGSTAT 302N в стандартной трехэлектродной ячейке с рабочим электродом (изучаемый образец), насыщенным хлорсеребряным электродом сравнения (нхсэ). и вспомогательным платиновым электродом. Для расчетов использовалось программное обеспечение «IPC2000».

Электрохимическим методом снятия поляризационных кривых определяли потенциалы (в шкале стандартного водородного электрода) и плотность токов коррозии образцов в растворе 3% (масс.) NaCl. Перед снятием поляризационных кривых образец выдерживался в растворе ~25 мин до установления постоянного значения потенциала. Затем проводилась поляризация образца от стационарного потенциала в катодную область со скоростью 1 мВ/с до потенциала ~ -1,3 В. Далее направление развертки изменялось и электрод поляризовался в анодную область до достижения анодной плотности тока ~0,1 мА/см² после чего направление развертки потенциала снова менялось от -1,3 до -0,9 В.

Поляризационные кривые исследованных образцов в 3% NaCl представлены на рис. 1.

В работе изучали образцы: 0.1, 1.1, пленкообразователь – жидкое стекло, цинковая пыль Inst 800 (0,1), отход горячего цинкования (1,1); 0.2, 1.2, пленкообразователь – этилсиликатный полимер, цинковая пыль Inst 800(0.2), отход горячего цинкования (1.2); 0.3, пленкообразователь – полиакрилат, цинковая пыль Inst 800.

Плотность тока коррозии и потенциал коррозии определяли методом экстраполяции по пересечению экстраполированных прямолинейных участков тафелевских поляризационных кривых. Определенные таким образом значения потенциалов и тока коррозии усредняли по 2 параллельным опытам. Анализ полученных результатов позволил сделать вывод: плотность тока коррозии образцов покрытых цинксодержащей краской на основе акрилового связующего имеет меньшие значения, следовательно, их коррозионная стойкость выше. Для таких образцов рассчитали весовой K_m и глубинный П показатели коррозии. Эти показатели образцов на основе акрилового связующего приведены в таблице 1. Для расчетов использовали данные весовых определений.

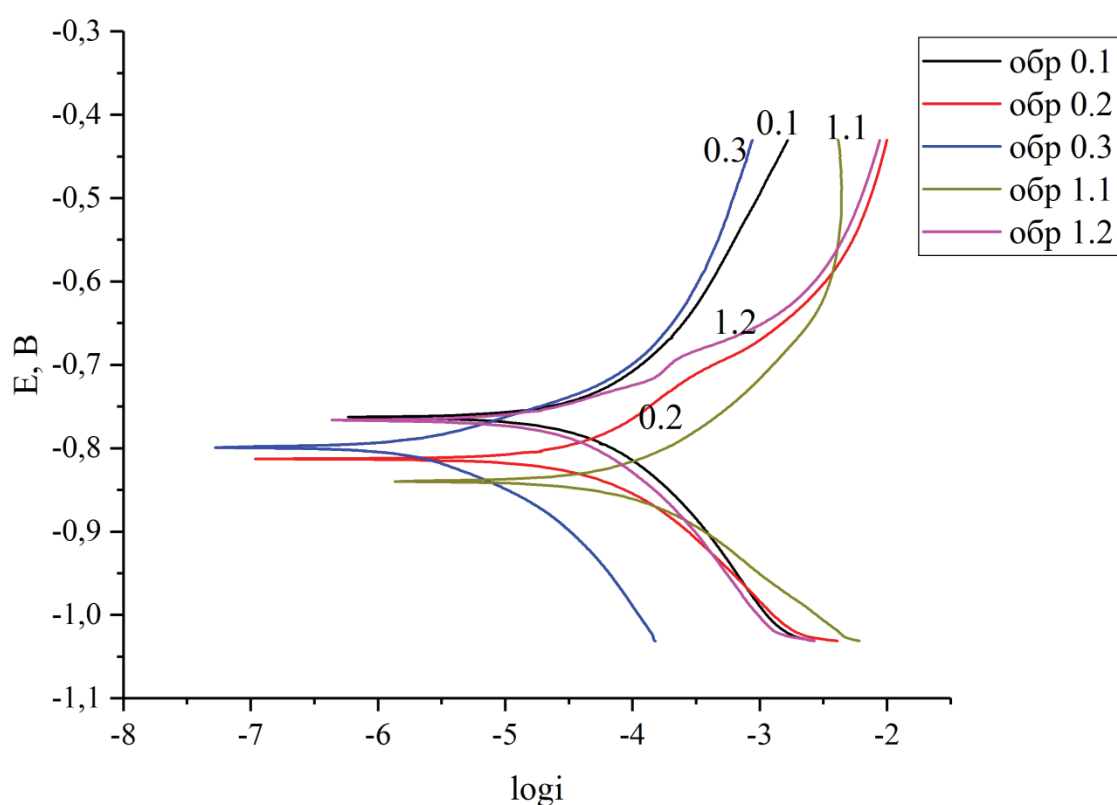


Рис. 1. Поляризационные кривые, полученные в 3% растворе NaCl, для образцов № 0.1; 0.2; 0.3; 1.1; 1.2

Таблица 1 – Коррозионная стойкость нескольких образцов, покрытых цинксодержащими составом на основе акрилового связующего в 3% растворе NaCl

Номер образца	i – плотность тока коррозии, А/м ²	Потеря массы образца Δm , г	Массовый показатель коррозии $K_{m,о}$, г/(м ² ·ч)	Глубинный показатель коррозии П мм/год
03	0,0615	0,0066	0,01933	0,02771
0.3	0,0601	0,0088	0,02256	0,02374
13	0,06218	0,0272	0,07580	0,09312
1.3	0,06863	0,0307	0,08367	0,10279

Несмотря на то, что электродный потенциал не является абсолютным показателем стойкости металла, по его установившемуся значению и характеру зависимости от времени можно судить о коррозионной стойкости образцов в данной среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Преимущества «холодного» цинкования металла [Электронный ресурс] // URL: <http://www.buspartner.ru/services/antikorroziionnaya-zashchita/kholodnoe-tsinkovanie/> – (дата обращения: 30.09.2019).
2. Холодное цинкование [Электронный ресурс] // URL: http://www.infracim.ru/sprav/spravochnik/srav/kholodnoe_tsinkovanie_metalla/ – (дата обращения: 30.09.2019).
3. Павлович А. В., Владенков В. В., Изюмский В. Н. Цинкнаполненные антикоррозионные грунтовки // Лакокрасочная промышленность. 2010. № 3. С. 38–46.
4. Flitt H.J., Schweinsberg D.P. Synthesis , matching and deconstruction of polarization curves for the active corrosion of zinc in aerated near-neutral NaCl solutions // Corrosion Science. Elsevier Ltd, 2010. Т. 52, № 6. С. 1905–1914.