

энергозатрат (от 4 до 9 %); общих денежных затрат (от 3 до 7%); а также лесоводственного и экологического ущерба (от 5 до 11 %).

Список использованных источников

1. Chernykh, A.S. Improvement of processing operations of cutting work using gasoline-powered tools [Text] / A.S. Chernykh, A.I. Maksimenkov, V.V. Abramov, I.N. Troyanov, L.D. Buhtoyarov, D.N. Afonichev // IOP Conference Series: Earth and Environment Science. – 2019. – № 226. – P. 1–9.

2. Troyanov, I.N. Investigation of technological variants of performing processing operations of logging works using chainsaws [Text] / I.N. Troyanov, V.V. Abramov, A.S. Chernykh, A.I. Maksimenkov // IOP Conference Series: Earth and Environment Science. – 2019. – № 392. – P. 1–10.

3. Абрамов, В. В. Разработка и обоснование эффективной технологии трелевки в малолесных районах [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.21.01: защищена 24.04.09 / В. В. Абрамов. – Воронеж, 2009. – 366 с.

4. Троянов, И.Н. Повышение эффективности пиления древесины бензиномоторным инструментом [Текст] / И.Н. Троянов, В.В. Абрамов, Л.Д. Бухтояров, А.С. Черных, Д.Н. Афоничев // Лесотехнический журнал. – 2019. – № 1. – С. 128–139.

5. Троянов, И.Н. Исследование технологических вариантов выполнения обрабатывающих операций лесосечных работ бензопилами [Текст] / В.В. Абрамов, И.Н. Троянов, Л.Д. Бухтояров, Д.Н. Афоничев, А.С. Черных, Максименков А.И. // Лесотехнический журнал. – 2019. – № 3. – С. 114–130.

УДК 669.58:620.197

В.А. Ашуйко, Л.Н. Новикова

Белорусский государственный технологический университет

Н.И. Урбанович, К.Э. Барановский

Белорусский национальный технический университет

ЦИНКСОДЕРЖАЩИЕ КРАСКИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ КОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ

Цинкование считается одним из самых надёжных, экономичных и потому распространённых методов защиты стали от коррозии. Горячеоцинкованная сталь в Республике Беларусь производится, в частно-

сти, на предприятии ОАО «Речицкий метизный завод». В процессе получения продукции образуется около 100 т отходов цинковой пыли в год, которую можно использовать для получения цинкнаполненных красок. Цинкнаполненные краски отличаются долговечностью и используются для защиты стальных сооружений от коррозионного воздействия. Антикоррозионные краски могут защищать сталь от коррозии так же надежно, как при «горячем» способе цинкования, поэтому способ часто называют «холодным» цинкованием.

Нанесенное лакокрасочное покрытие имеет структуру, пропускающую минимальное количество влаги к железу. Покрытие защищает железо активным, катодным способом. Но при взаимодействии цинка с водой и воздухом на его поверхности образуется оксид и гидроксид происходит уплотнение структуры покрытия, оно перестает пропускать влагу и воздух. Вступает в силу пассивная, барьерная защита. Однако, если целостность покрытия будет нарушена (дефекты, царапины, трещины) в силу снова вступит катодная, активная защита [1].

Параметры частиц и количественное содержание цинка играют основную роль в качестве покрытия. Оптимальный размер частиц цинковой пыли, обеспечивающий достижение эффективной электрохимической защиты металла цинксодержащими красками составляет 3–15 мкм. Содержание металлического цинка в пигменте из цинковой пыли должно быть не менее 94%, а общее содержание цинка – не менее 98%.

Результаты определения фракционного состава показали, что цинковая пыль представляет собой дисперсный отход с частицами в основном круглой формы и размерами от 3 до 200 мкм.

Цинковую пыль для получения цинкнаполненных красок подвергли рассеву с использованием воздушно-центробежного классификатора фирмы «Ламел 777». Пленкообразователи: жидкое стекло, этилсиликатное и акриловое связующее, предоставлены производителем красок ООО «Гальварекс». Результаты ссева цинковой пыли по фракциям исходной цинковой пыли представлены на рисунке 1.

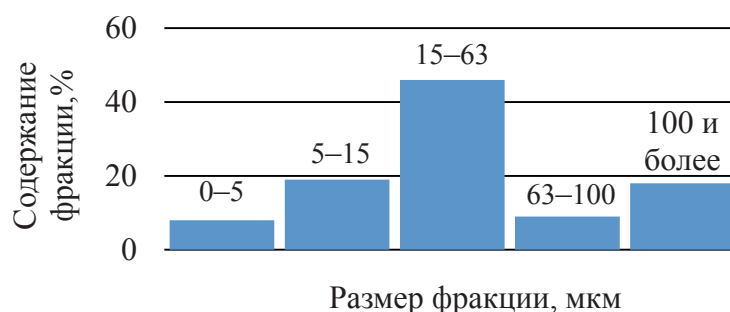


Рис. 1 – Фракционный состав отхода горячего цинкования – цинковой пыли

Коррозионные свойства красок изучали электрохимическими методами. Для оценки коррозионной стойкости покрытий использовался метод снятия катодных, анодных поляризационных кривых и метод электронной импедансной спектроскопии (ЭИС). С целью проведения данных испытаний были получены электроды (20x20 мм), которые вырезались из стального листа, толщиной 1,5 мм марки Ст3 с помощью гильотинных ножниц и установки лазерной резки. Поверхность образцов перед нанесением цинксодержащих красок предварительно обрабатывалась в пескоструйном аппарате, обезжиривались в ацетоне, промывались дистиллированной водой и высушивались на воздухе.

Защитный эффект связующего на поверхности образца определяли капельным методом. Испытания защитных свойств методом капли проводились с применением раствора уксуснокислого свинца 50 г/дм³. Капля раствора помещалась на поверхность образца и отмечалось время до появления сплошного темного пятна в результате диффузии ионов свинца через связующее к поверхности цинка и протекания реакции контактного выделения свинца.

Время появления сплошного темного пятна характеризует пористость покрытия. Чем больше это время, тем меньше пористость связующего и сильнее его защитный эффект. Результаты измерений образцов показали, что покрытие краской на основе жидкого стекла проявляет меньшую пористость. Для определений выбирались образцы с одинаковой или близкой толщиной покрытия.

Коррозионные исследования проводили с использованием потенциостата / гальваностата Metrohm Autolab PGSTAT 302N, оснащенный модулем импедансной спектроскопии FRA 32N в стандартной трехэлектродной ячейке с боковым креплением рабочего электрода (изучаемый образец), насыщенным хлоридсеребряным электродом сравнения (нхсэ) и вспомогательным платиновым электродом. Для расчетов использовалось программное обеспечение «IPC2000». Все потенциалы в работе пересчитаны в шкалу стандартного водородного электрода.

Электрохимическим методом поляризационных кривых определялись потенциалы и токи коррозии образцов в 3% растворе 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 (нхсэ). 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 изменялось. Таким образом регистрировалось 2 цикла поляризационных кривых в диапазоне потенциалов от ~ -1,3 до ~ -0,9 В (нхсэ).

Поляризационные кривые исследованных образцов в 3% NaCl представлены на рис. 2, на анодных ветвях кривых можно отметить нечетко выраженный максимум тока при потенциалах около $-1,25$ В (отн. нас. хсэ), который, вероятно, соответствует реакции образования оксида цинка на восстановленной поверхности цинка после катодной поляризации до $-1,3$ В.

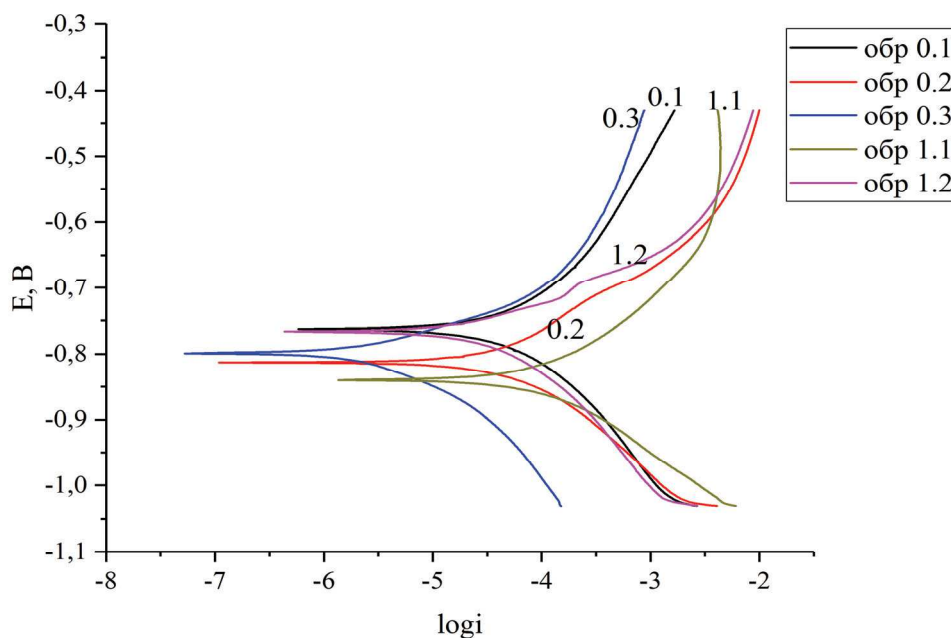


Рис. 2 – Поляризационные кривые, полученные в 3% растворе NaCl, для образцов № 0.1; 0.2; 0.3; 1.1; 1.2 покрытых цинксодержащими составами.

Образцы 0.1 пленкообразователь – жидкое стекло, пыль круглая, марка Inst 800, 3–15 мкм; 1.1 пленкообразователь – жидкое стекло, пыль круглая – отход горячего цинкования 3–15 мкм; 0.2 пленкообразователь – этилсиликатный полимер, цинковая пыль круглая, марка Inst 800, 3–15 мкм; 1.2 пленкообразователь – этилсиликатный полимер пыль круглая – отход горячего цинкования 3–15 мкм; 0.3 пленкообразователь – полиакрилат, пыль круглая, марка Inst 800, 3–15 мкм.

Плотность тока коррозии и потенциал коррозии определяли методом экстраполяции по пересечению экстраполированных прямолинейных участков тафелевских поляризационных кривых. Определенные таким образом значения потенциалов и плотности тока коррозии усредняли по 2 параллельным опытам.

Метод электрохимической импедансной спектроскопии (ЭИС) использовался для изучения поведения коррозии образцов в контакте с 3,5% NaCl [2]. Спектры снимали при значении стационарного потенциала через 1 час после погружения образцов в раствор, диапазон частот измерения составлял 10^6 – 10^{-2} Гц, амплитуда колебаний – 10 мВ,