

УДК 621.357

К. А. Токменинов, канд. техн. наук, доц., В. А. Широченко, канд. техн. наук, доц.

СПОСОБ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ЦИНКОВАНИЯ

Рассмотрена технология антикоррозионной защиты черных металлов путем нанесения на поверхность мелкодисперсного цинка холодным способом. Приведены результаты климатических испытаний оцинкованных различными способами образцов, подтверждена экономическая эффективность внедрения технологии холодного цинкования.

Наиболее эффективной и экономически целесообразной защитой черных металлов от коррозии является цинкование поверхностей изделий.

В настоящее время в Республике Беларусь отсутствуют предприятия, обеспечивающие цинкование изделий. Как правило, для нанесения таких покрытий предприятия Республики Беларусь вынуждены обращаться в Российскую Федерацию или Украину.

Традиционной является технология нанесения цинка так называемым горячим способом – методом окунания изделия в расплав цинка. Однако в последнее время разработана более эффективная и экологически безопасная технология нанесения цинка на металлические поверхности холодным способом.

Во второй половине 90-х гг. XX в. в Гентском университете (Бельгия) была разработана технология холодного цинкования металлоконструкций без их разборки на месте монтажа. Указанная технология позволяет получить покрытие, которое по своим свойствам не уступает покрытию, полученному традиционным горячим цинкованием. В настоящее время указанная технология получает широкое распространение и активно используется на предприятиях бывшего РАО ЕС, ОАО «Мосэнерго», ОАО «Гродноазот» и др.

Для защиты черных металлов от ржавчины применяется «зинганизация» уже смонтированного объекта составами ZINGA бельгийской компании «Зин-

га метал», содержащими до 96 % цинка. Способ нанесения ZINGA также прост, как окраска, и защищает металл от коррозии лучше, чем любое другое цинковое покрытие, так как наряду с анодной защитой обеспечивает дополнительно барьерную защиту.

ZINGA – это промышленный высококачественный продукт, представляющий собой однокомпонентный жидкий состав (полностью готовый к применению), состоящий из электролитического цинка чистотой 99,995 % (DIN 1706 – ISO 752), летучих веществ (ненасыщенных углеводородов) и связующих агентов (нейтральных смол). В высохшем слое покрытия содержится 96 % цинка (DIN 55 969 – ISO 354-1976), что обеспечивает надежную катодную (активную) защиту железа от коррозии.

Одним из самых убедительных достоинств ZINGA, несомненно, является тот факт, что оно может наноситься на рабочей площадке, а не только в цеху. Все другие способы «оцинковки» осуществимы лишь на специализированных производственных участках в цехах. Антикоррозионное покрытие ZINGA же можно наносить повсеместно, причем как при нормальных атмосферных условиях, так и в широком диапазоне температур и даже во влажной среде; как на все новые и старые черные металлы, так и на ранее оцинкованные поверхности.

Область применения технологий и материалов холодного цинкования весьма широка, в том числе в энергетике, су-

достроении, на химических предприятиях, в строительстве и др.

В последнее время на российский рынок поступил новый бельгийский продукт для холодного цинкования PROZINC PU PRIMER, который является дальнейшим развитием состава ZINGA, имеющий меньшую стоимость и повышенный эффект антикоррозионной защиты. Это однокомпонентный цинко-наполненный полиуретановый состав.

В Беларуси официальный дилер поставляет пока только составы ZINGA.

Для подтверждения эффективности использования указанных составов для холодного цинкования в филиале Энергоремонт РУП «Могилевэнерго» была разработана программа испытаний, изготовлено необходимое оборудование и проведены климатические испытания покрытий из указанных материалов, а также образцов с цинковым покрытием, нанесенным промышленным горячим способом на специализированном предприятии.

Испытания покрытий металлов на основе антикоррозионных цинкосодержащих материалов на атмосферостойкость выполнялись в филиале Энерго-

ремонт РУП «Могилевэнерго» для определения стойкости антикоррозионных цинкосодержащих покрытий ZINGA, PROZINC PU PRIMER, цинкового покрытия, нанесенного промышленным горячим способом на специализированном предприятии, в соответствии с разработанной программой испытаний.

За основу методики ускоренных испытаний на атмосферную стойкость был взят ГОСТ 9.401-91, методы 5.6 (для условий эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом).

Испытания проводились в специально изготовленной камере, оборудованной ТЭНами для обеспечения температуры испытаний до +80 град (табл. 1). Для поддержания относительной влажности не менее 97 % в указанной камере была установлена емкость с водой. Зеркало поверхности воды составляло не менее 60 % площади основания камеры.

Температура в камере контролировалась с помощью термометра. При указанных параметрах зеркала воды влажность в процессе испытаний обеспечивалась 97...100 % и дополнительно не контролировалась.

Табл. 1. Сводная характеристика образцов

Номер образца	Материал и размеры образца	Подготовка поверхности	Материал покрытия	Толщина покрытия, мкм
1	Уголок сталь Ст 3 50×50×4, L = 350 мм	Зачистка до металлического блеска, обезжиривание поверхности	PROZINC PU PRIMER	80
2	Уголок сталь Ст 3 50×50×4, L = 350 мм	Зачистка до металлического блеска, обезжиривание поверхности	ZINGA	80
3	Болт М20, гайка М24	Без подготовки	Цинк (горячим способом)	50–80
4	Уголок сталь Ст 3 50×50×4, L = 350 мм	Обезжиривание поверхности	PROZINC PU PRIMER	80
5	Уголок сталь Ст 3 50×50×4, L = 350 мм	Обезжиривание поверхности	ZINGA	80
6	Уголок сталь Ст 3 50×50×4, L = 350 мм	Без подготовки	Без покрытия	–

При проведении испытаний в камере образцы ежесуточно выдерживались 8 ч при температуре 80 град.

В связи с тем, что температура испытаний и время выдержки по сравнению с ГОСТ 9.401-91 повышены в 2 раза (в соответствии с ГОСТ 9.401-91 в камере предусматривается выдержка образцов 4 ч в сутки при температуре 40 град), процессы коррозии в течение 1 сут (цикл) пройдут приблизительно в 4 раза быстрее. Таким образом, для пересчета допустимого срока эксплуатации металлоконструкций в реальных атмосферных условиях может быть введен коэффициент $k = 4$.

Испытания по данной методике проводились в течение 22 дн., что с уче-

том введенного коэффициента $k = 4$ соответствует количеству циклов по ГОСТ 9.401-91 приблизительно $22 \cdot 4 = 88$. Из проведенных ранее испытаний в ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» (РФ) после 60...80 циклов дальнейших изменений в покрытии не наблюдается и дальнейшие испытания не целесообразны.

Проведенные испытания соответствуют не менее 10...15 годам эксплуатации конструкций в умеренном и холодном климате.

Ниже представлены фотографии образцов с покрытиями PROZINC PU PRIMER до начала испытаний (рис. 1) и после их проведения (рис. 2).

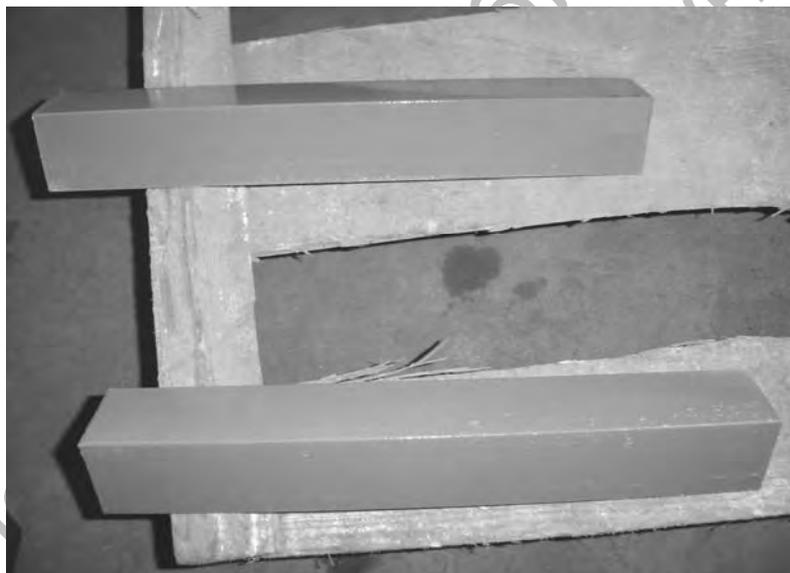


Рис. 1. Образцы после нанесения покрытия PROZINC PU PRIMER до начала испытаний

Испытания подтвердили результаты, полученные в ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства».

Был проведен анализ выпуска продукции для энергетики Республики Беларусь, потенциально нуждающейся в оцинковании, и подобраны оптимальные уравнения тренда. Результаты анализа представлены на рис. 3.

Из рис. 3 видна устойчивая динамика роста спроса на оцинкование металлоконструкций в энергетике. Приблизительно такой же рост спроса на цинковые покрытия отмечается и в других отраслях.

Исходные данные для инвестиционного проектирования внедрения технологии холодного оцинкования представлены в табл. 2 и 3.

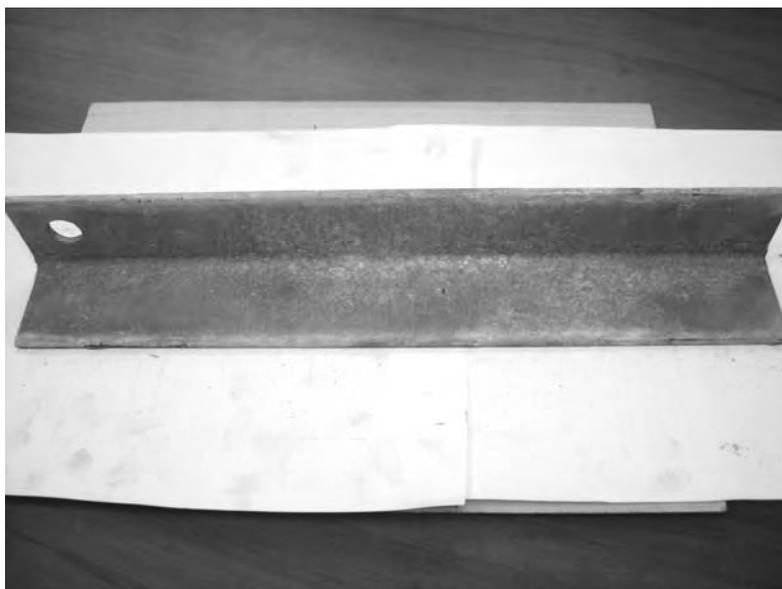


Рис. 2. Образцы после нанесения покрытия PROZINC PU PRIMER после проведения испытаний

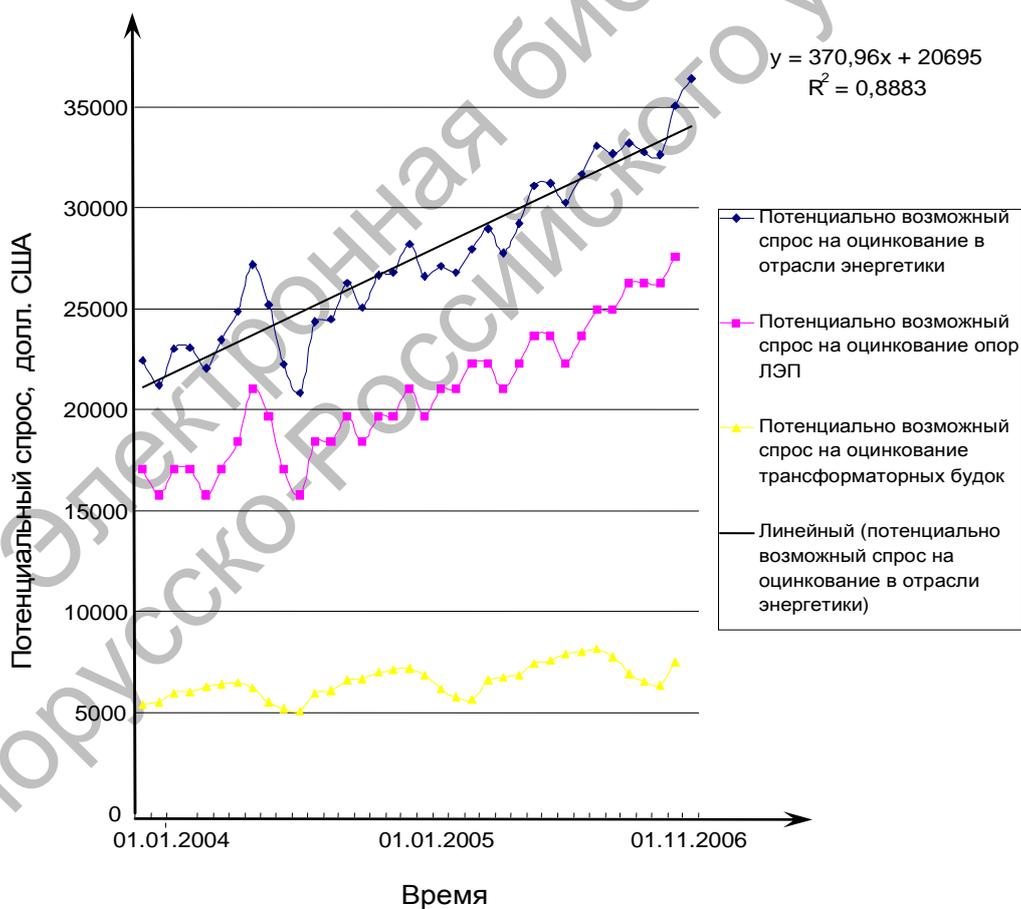


Рис. 3. Динамика потенциального спроса на оцинкование в энергетике за 2004...2006 гг.

Табл. 2. Капиталовложения в строительство и эксплуатацию линии холодного оцинкования

В долларах США

Аргумент функции принадлежности	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
A	50 000	50 000	200	200	200	200
B	55 000	55 000	350	350	350	350
C	75 000	75 000	450	450	450	450
D	78 000	78 000	500	500	500	500

Табл. 3. Объём реализации услуги холодного оцинкования

В долларах США

Аргумент функции принадлежности	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
A	0	233 146	265 288	288 137	306 173	321 207
B	0	283 146	315 288	338 137	356 173	371 207
C	0	318 146	350 288	373 137	391 173	406 207
D	0	333 146	365 288	388 137	406 173	421 207

В данных таблицах А соответствует нижнему левому значению аргумента функции принадлежности, В – верхнему левому, С – верхнему правому, D – нижнему правому значению.

Ставка дисконта – 11 %.

Горизонт расчёта – 6 лет.

Чистый приведенный доход после реализации всего инвестиционного проекта составит от 1 069 313 до 1 236 966 долл. США, срок окупаемости – от 1,23 до 1,39 лет, внутренний коэффициент окупаемости – 3,84, функции риска свидетельствуют о том, что проект обязательно должен быть прибыльным и окупится.

Выводы

1. Испытания покрытий PROZINC PU PRIMER, ZINGA и изделий, покрытых слоем цинка промышленным горячим способом, проведены на основе методики ускоренных испытаний на атмосферную стойкость по ГОСТ 9.401-91, методы 5.6 (для условий эксплуатации в районах с умеренным и холодным

климатом).

2. Проведенные испытания моделируют реальную эксплуатацию металлоконструкций в условиях умеренно-холодного климата (Республика Беларусь) в течение 10–15 лет.

3. По результатам испытаний установлено, что материалы PROZINC PU PRIMER и ZINGA, нанесенные методом холодного цинкования, существенно лучше прошли испытания на стойкость к атмосферной коррозии, чем оцинкованные горячим способом на специализированном предприятии изделия и контрольный образец.

4. Испытаниями выявлено, что покрытие PROZINC PU PRIMER отличается более высокой стойкостью к атмосферной коррозии, чем покрытие ZINGA.

5. С учетом материалов испытаний, проведенных ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства», и испытаниями, проведенными в филиале Энергоремонт РУП «Могилевэнерго», можно прогно-

зировать защиту металлоконструкций от коррозии материалом PROZINC PU PRIMER на срок до 25 лет.

6. В филиале Энергоремонт РУП «Могилевэнерго» в 2008 г. изготовлена партия ферменных металлоконструкций (опоры линий электропередач) общей массой 80 т, которые были защищены от коррозии составом ZINGA, и подтверждена высокая технологичность указанных составов.

7. Применение составов ZINGA и PROZINC PU PRIMER экономически эффективно. Опыт применения их для опор линий электропередач показывает,

что стоимость покрытия изделий указанными составами почти в 1,5 раза меньше, чем при горячем цинковании с учетом транспортных и технологических составляющих, а срок окупаемости инвестиций составляет 1,23...1,39 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ящерицын, П. И.** Планирование эксперимента в машиностроении / П. И. Ящерицын, Е. И. Махаринский. – Минск : Выш. шк. 1985. – 286 с. : ил.
2. **Проскурин, Е. В.** Цинкование / Е. В. Проскурин, В. А. Попович, А. Т. Мороз. – М. : Металлургия, 1988. – 291 с. : ил.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 13.07.2009

К. А. Tokmeninov, V. A. Shirochenko
The way of anticorrosive protection of metals
by the method cold zink plating

The technology of anticorrosive protection of ferrous materials by laying fine-dispersed zink on a surface by cold way is given in the article. The results of environmental tests of the samples zinked in various ways are presented, economic efficiency of introduction of the technology of cold zink plating has been proved.