

УДК 667.6

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ЗАЩИТНЫХ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СУШИЛЬНЫХ ВАГОНЕТОК КЕРАМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

¹А.А. Жукова, ¹К.Б. Подболотов, ²И.Н. Ильюкевич

¹Физико-технический институт НАН Беларуси, ²СООО Амфокем
г. Минск, Беларусь

В работе исследована возможность получения защитных антикоррозионных покрытий для сушильных вагонеток с использованием различных ингибиторов.

The deals with research on feasibility of making protective anticorrosion coatings for drying trolleys using various inhibitors.

В течение последних нескольких лет в Республике Беларусь отмечается активное развитие строительства административных и жилых комплексов. В 2013–2015 гг. в городе Минске был построен целый ряд данных комплексов общей площадью более 2 000 000 кв. м, включающих такие жилые комплексы, как «Каскад», «Маяк Минска», «Грушевский посад», «Чайковский», «Рахманинов». В их создании были использованы различные строительные материалы: газосиликатные блоки, бетонные панели, цемент и другие. Также в качестве одного из основных строительных материалов применялся кирпич.

На сегодняшний день в Беларуси существует 14 действующих предприятий, занимающихся производством строительного кирпича. Среди них – Минский керамический завод ОАО «Керамин», ОАО «Минский комбинат силикатных материалов», КПУП «Обольский керамический завод», ОАО «Брестский КСМ», ОАО «Столбцовский кирпичный завод», ОАО «Радошковичский керамический завод» и другие.

Все указанные предприятия в полной мере удовлетворяют потребность строительной промышленности в кирпиче, однако существует проблема быстрого выхода из строя сушильных вагонеток вследствие коррозии. В частности, данная проблема очень остро встала перед ОАО «Радошковичский керамический завод».

Металлические конструкции (вагонетки) применяются для сушки кирпича-сырца тепловым носителем в виде печных газов при температуре 100–170 °С и относительной влажности 80–95 %. Эксплуатация сушильных вагонеток в таких условиях неизбежно приводит к коррозии, что в свою очередь значительно сокращает срок их службы, учитывая, что процесс сушки кирпича-сырца занимает около 50 часов. Таким образом, постоянно возникает необходимость ремонта или чистки вагонеток. Ремонт вагонеток осуществляется путем замены старых и корродировавших металлоконструкций, а также очистки металлических поверхностей химическими (обработка поверхности различными составами) или механическими (пескоструйная обработка) способами.

Однако проведение ремонта не всегда целесообразно ввиду значительных временных затрат. В связи с этим актуальной задачей является разработка и применение на предприятиях защитных антикоррозионных покрытий для сушильных вагонеток.

Материалы и методы исследования

Для исследования в качестве металлических подложек были использованы стальные пластины размером 100x100x10 мм, а также подверженные коррозии участки сушильной вагонетки, предоставленные ОАО «Радошковичский керамический завод».

В качестве основных компонентов для получения защитных антикоррозионных покрытий были использованы ингибиторы коррозии: Фосфолан РЕ 65 (анионное ПАВ алкил эфир фосфат, свободная кислота, AkzoNobel), АРМОНІВ 28 (алифатический азотный первичный амин, AkzoNobel) и ArmeenC (первичный алкил амин, RNH₂, где R – алкильные цепочки (C12-C14), AkzoNobel); целлюлоза; эфир бората.

Для получения хорошей адгезии, а также увеличения времени защиты металлоконструкции от коррозии был использован метод травления металла. Для химического удаления продуктов коррозии использовали серную кислоту (H₂SO₄), соляную кислоту (HCl) с добавлением ингибиторов коррозии (Фосфолан РЕ 65, АРМОНІВ 28, ArmeenC).

Защитные антикоррозионные покрытия представляют собой двухкомпонентные составы, включающие твердую и жидкую фазы. Для их приготовления в емкость засыпается твердая фаза, а затем заливается жидкая. В качестве жидкой фазы использовали воду. Затем их перемешивали до образования однородной суспензии.

Нанесение защитного покрытия на подготовленные стальные поверхности осуществляли с помощью кисти при температуре окружающего воздуха +18 °С, влажности 75 %.

Термическую устойчивость покрытий определяли путем нагрева экспериментальных образцов до температуры 100, 200, 300 °С и выдержкой их при данных температурах от 1 часа до 5 часов. Как показали исследования, покрытия обладают устойчивостью к действию температур до 300 °С.

Адгезию защитных антикоррозионных покрытий к металлическим подложкам определяли методом решетчатых надрезов по ГОСТ 15140-78. Она составила 2 балла. Также провели оценку стойкости покрытий к разбавленным кислотам: серной и соляной. Для этого на пластину со стороны покрытия устанавливался цилиндр с герметичным прилеганием к пластине, в который на-

ливались растворы кислот и выдерживались до появления коррозии или не менее 10 суток.

Морфологию и микроструктуру покрытий до и после термообработки исследовали методом металлографического анализа с помощью комплекса «Микро-200» и сканирующего электронного микроскопа Philips SEM 510s.

Результаты и их обсуждение

Для определения оптимального состава защитного антикоррозионного покрытия наиболее важным является выбор травителя и ингибитора. Как известно [1] действие большинства ингибиторов травления связано с образованием на поверхности металла адсорбционных слоев не толще одного монослоя. Введение ингибитора в соляную (HCl) и серную (H₂SO₄) кислоты не повлияет на изменение коррозионного потенциала стальных изделий, однако снизит скорость коррозии, что наглядно демонстрирует графическая зависимость, представленная на рис. 1.

В связи с этим были проведены эксперименты по определению оптимального травительного состава. Для этого использовали ряд составов травителей с ингибиторами, составы которых представлены в табл. 1.

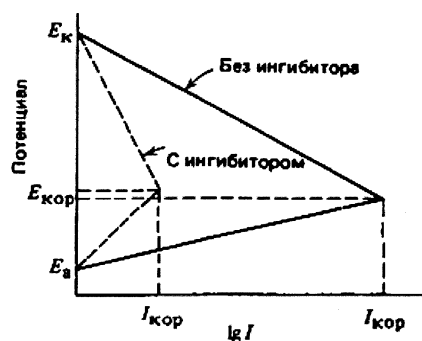


Рис. 1. Поляризационная диаграмма для стали, корродирующей в травильной кислоте с ингибитором и без него:

E_k – потенциал катода, В; E_a – потенциал анода, В; $E_{кор}$ – потенциал коррозии, В; $I_{кор}$ – скорость коррозии

Табл. 1
Составы травителей

Компоненты	Содержание, мас.%					
	100	100	100	–	–	–
HCl	100	100	100	–	–	–
H ₂ SO ₄	–	–	–	100	100	100
Фосфолан РЕ 65*	0,1	–	–	0,1	–	–
АРМОНІВ 28*	–	0,1	–	–	0,1	–
ArmeenC*	–	–	0,1	–	–	0,1
H ₂ O	100	100	100	100	100	100

* – количество ингибитора использовали согласно [1].

На рис. 2 представлены стальные протравленные пластины после термообработки в течении 6 часов при 100 °С и влажности 80–85 %.

Результаты анализа структуры поверхности стальных пластин показали, что более эффективно от коррозионного воздействия поверхность защищает травитель, состоящий из раствора соляной кислоты и ингибитора фосфолана PE 65.

Для определения оптимального состава покрытий была выбрана область составов, представленная в табл. 2.

На основании данных, полученных при измерении основных физико-химических свойств установлено, что оптимальными значениями термостойкости (300 °С) при хорошей адгезии (1 балл) и стойкости к кислотам обладает состав 16.

Целлюлозу в состав покрытий добавляли с целью придания покрытию хорошей адгезионной способности, а также для улучшения вязкости и равномерного распределения состава на поверхности стальных подложек.

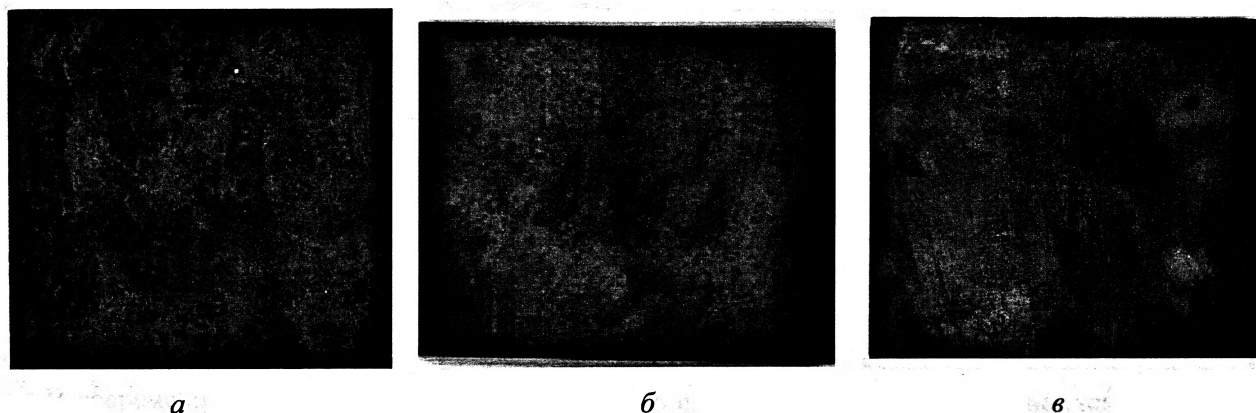


Рис. 2. Структура стальных пластинок:
а – без покрытия; б – раствор H_2SO_4 +фосфолан PE 65; в – раствор HCl + фосфолан PE 65

Табл. 2
Состав покрытий и их физико-химические свойства

Номер состава	Состав, мас.%			Свойства	
	Целлюлоза	Фосфолан PE 65	Эфир бората	Термическая устойчивость, °С	Адгезия, балл
1	0,1	1	0,5	50	2
2	0,2	1	0,5	90	2
3	0,3	1	0,5	90	2
4	0,4	1	0,5	200	2
5	0,5	1	0,5	100	2
6	0,5	1,2	0,5	130	2
7	0,5	1,5	0,5	150	2
8	0,5	2	0,5	200	2
9	0,5	2,5	0,5	200	2
10	0,5	3	0,5	210	2
11	0,5	3	0,5	230	2
12	0,5	3	0,6	250	2
13	0,5	3	0,7	250	2
14	0,5	3	0,8	260	1
15	0,5	3	0,9	290	1
16	0,5	3	1	300	1

Фосфолан РЕ 65 использовали в качестве ингибитора коррозии в виду того, что данное вещество обладает низкой температурой застывания 12 °С, что позволит покрытиям высохнуть при комнатной температуре без дополнительной термообработки, а также стабильностью при высоких температурах, что существенно увеличит температуру эксплуатации разрабатываемых покрытий.

Эфир бората использовали в качестве заменителя наиболее известного нитрита натрия

(NaNO_2), который широко используется как пассиватор коррозии и является весьма эффективным антикоррозионным компонентом. Однако, ввиду того, что нитрит натрия при определенных условиях образует нитрозамин, который является высокотоксичным соединением и обладает сильным канцерогенным действием, представляет опасность для здоровья человека, его стараются исключить из использования. Микроструктура экспериментальных образцов показана на рис. 3.

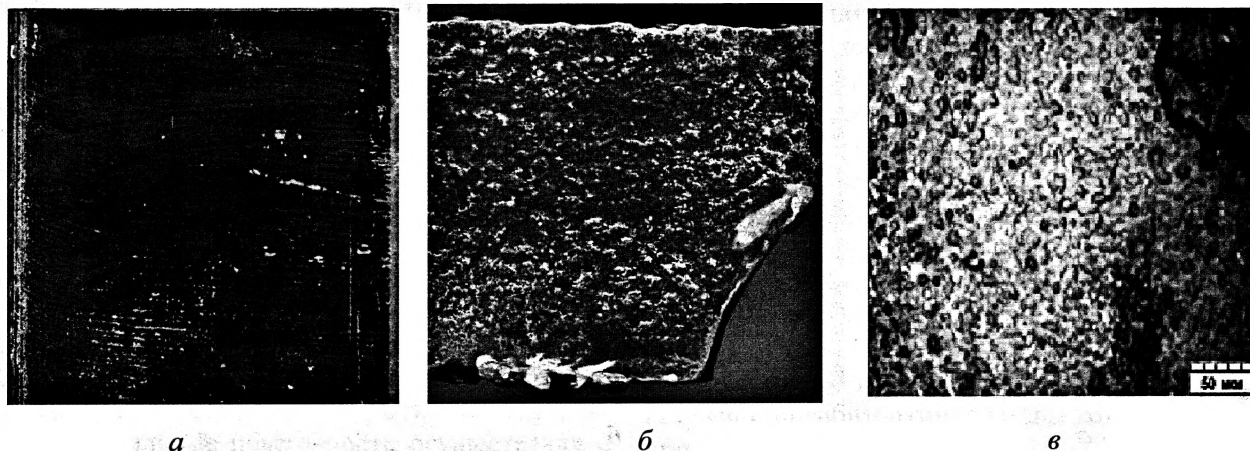


Рис. 3. Макро- и микроструктура стальных пластинок и фрагмента вагонетки:

а – макроструктура стальной пластины; б – макроструктура фрагмента вагонетки; в – микроструктура покрытия

Выводы

Исследование поверхности стальных пластин после обработки кислотными составами для травления показали, что более эффективно от коррозионного воздействия поверхность защищает травитель, состоящий из раствора соляной кислоты и ингибитора фосфолана РЕ 65. После нанесения покрытий проводилось исследование

термической устойчивости, адгезии и стойкости к разбавленным серной и соляной кислотам. Полученных при измерении основных физико-химических свойств установлено, что оптимальными значениями термостойкости (300 °С) при хорошей адгезии (1 балл) и стойкости к кислотам обладает состав содержащий, %: целлюлоза – 0,5; фосфолан РЕ 65 – 3,0; эфир бората – 1,0.

Список использованных источников

1. Улиг Г.Г., Ревя Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: Пер. с англ./ Под ред. А.М. Сухотина. – Л.: Химия, 1989. – 456 с.