

Комплексное решение проблемы защиты металлоконструкций от воздействия коррозии и огня

Л.Н. Вахитова, к.х.н., с.н.с.

Ин-т физико-органической химии и углехимии им. Л.Н. Литвиненко НАН Украины;

П.А. Феценко, инженер-технолог;

М.П. Лапушкин, инженер-технолог;

К.В. Калафат, директор

ООО «Донстройтест», Донецк

Современные темпы капитального строительства в Украине и интенсивное развитие металлоемких отраслей промышленности предъявляют особые требования к решению проблем коррозии и огнезащиты металлических изделий, оборудования и конструкций. По оценкам экспертов (1), около 4 % ВВП передовых европейских стран идет на возмещение потерь от коррозии. С этой цифрой сравним и ущерб, который наносит экономике разрушительное действие пожаров.

Одним из самых распространенных в последнее время способов повышения долговечности и надежности металлоконструкций являются так называемые средства пассивной защиты — специальные ЛКМ, изолирующие металлическую поверхность от воздействия коррозионно-активных агентов (антикоррозионные краски) или от воздействия огня (огнезащитные составы).

Наиболее часто при защите металла используются тонкослойные вспучивающиеся покрытия для обеспечения предела огнестойкости металлоконструкций до 1 ч и теплоизоляционные штукатурные составы, предназначенные для повышения предела огнестойкости до 3 ч [2].

Огнезащитные тонкослойные краски в Украине представлены составами двух типов: на основе вспучивающегося графита («Эндо-



терм ХТ-150») и полифосфатные составы интумесцентного типа («Эндотерм 170205», «Эндотерм 400202», «Протерм Стил», «Укртерм М2»)*.

Наиболее популярными составами для получения теплоизоляционных покрытий по металлу в Украине являются «Эндотерм 210104» и «Ньюспрей» [2]. Рынок средств антикоррозионной защиты гораздо шире и разнообразнее. Это прежде всего отечественные грунты и эмали типа ГФ, ХВ, ХС и ХП, а также импортные антикоррозионные материалы фирм Feidal, Zingametall BVBA, Heubach и многие другие [3]. Но повышенная пожарная опасность полимерных ЛКМ сдерживает их широкое применение в практике антикоррозионной защиты, особенно на объектах стратегического значения. С другой стороны, одним из требований, предъявляемых к долговечным огнезащитным покрытиям, является отсутствие коррозионных воздействий на защищаемые конструкции. Именно с крайне разрушительным действием на металл связаны проблемы, возникающие при эксплуатации огнезащитных силикатных составов [4].

Цель настоящего исследования — поиск универсальной системы огнезащитного и антикоррозионного покрытия, которая позволит значительно расширить области применения и условия эксплуатации огнезащитных составов.

В качестве объектов исследования были выбраны огнезащитные составы для металлоконструкций «Эндотерм ХТ-150», «Эндотерм 170205», «Эндотерм 400202», «Эндотерм 210104». Для сравнительной оценки антикоррозионного действия исследованных огнезащитных составов была испытана система покрытий грунт ХС-010/эмаль ХС-710, кото-

рая характеризуется повышенной стойкостью к агрессивным условиям химических производств [5].

Краткое описание огнезащитных составов

«Эндотерм ХТ-150» — двухкомпонентный состав из хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ), терморасширяющегося графита и термостойких наполнителей. Покрытие предназначено для эксплуатации при температуре от -40 до 60 °С и относительной влажности воздуха до 80 %. Применение защитного слоя (лак

По оценкам экспертов [1], около 4 % ВВП передовых европейских стран идет на возмещение потерь от коррозии. С этой цифрой сравним и ущерб, который наносит экономике разрушительное действие пожаров.

ХП-734 или эмаль ХП-799) позволяет эксплуатировать покрытия в атмосферных условиях (по результатам натурных испытаний производителя). Состав обеспечивает предел огнестойкости металлоконструкций не менее 60 мин при толщине покрытия 4,5 мм.

«Эндотерм 170205» — водно-дисперсионный огнезащитный состав интумесцентного действия, содержащий полифосфат аммония и реагенты для формирования теплоизоляционного слоя. Рекомендован к эксплуатации внутри помещения и под навесом при температуре от -10 до 40 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %. При толщине покрытия 2 мм повышает предел огнестойкости металлоконструкций до 60 мин.

«Эндотерм 400202» — полифосфатный состав интумесцентного действия, содержащий органоразбавляе-

мый пленкообразователь. По условиям эксплуатации аналогичен составу «Эндотерм 170205», но превосходит аналог по нормам расхода состава на 1 м² и по показателям огнестойкости.

«Эндотерм 210104» — сухая строительная смесь на основе гидравлических связующих, легких инертных наполнителей и специальных добавок. Состав предназначен для нанесения на металлические конструкции, железобетонные изделия, металлические и оцинкованные воздуховоды, огнезащитные клапаны. Покрытие допускается к эксплуатации в закрытых помещениях при температуре 5—35 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Выбор объектов исследования не случаен: представленные составы являются аналогами наиболее применяемых в мировой практике огнезащитных материалов [2]. Полученные результаты могут быть распространены на родственные системы огнезащиты, близкие по химическому составу к исследованным в настоящей работе.

Испытания антикоррозионных свойств

Для решения поставленной задачи были проведены сравнительные ускоренные климатические испытания составов «Эндотерм ХТ-150», «Эндотерм 170205», «Эндотерм 400202» и «Эндотерм 210104» на стойкость к воздействию климатических факторов в условиях атмосферы промышленной зоны умеренного климата. Испытания проводили согласно ГОСТ 9.401—91 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов». Для покрытий вспучивающегося типа «Эндотерм ХТ-150», «Эндотерм 170205» и «Эндотерм 400202»

*Здесь приведены торговые марки наиболее применяемых в Украине огнезащитных составов.

определялся коэффициент вспучивания образцов после каждого пяти циклов испытаний. В таблице представлены результаты физико-механических и защитных свойств огнезащитных покрытий после ускоренных испытаний в течение 15 циклов. Здесь же приведены и показатели коррозионной стойкости системы ХС-010/ХС-710.

Анализ данных таблицы позволяет заключить, что состав «Эндотерм ХТ-150», нанесенный непосредственно на металлическую пластину, выдерживает испытание на корродирующее действие, которое было рассчитано по формуле

$$B = (m_1 - m_2)/p \cdot 720, \tag{1}$$

где *B* — потеря массы пластин, г/м²·ч;
*m*₁ — масса пластины до испытания, г;
*m*₂ — масса пластины после испытания, г;
p — площадь поверхности пластины, м²;
720 — время проведения испытания (30 сут), ч.

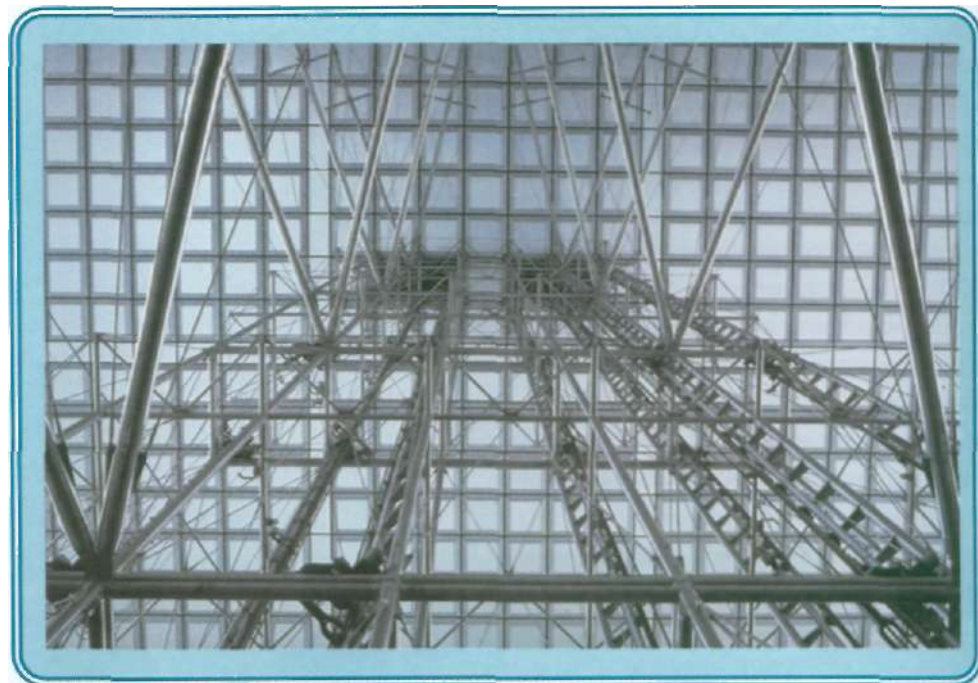
Ранее [6] были исследованы физико-химические закономерности формирования покрытия «Эндотерм ХТ-150». Установлено, что полное отверждение слоя толщиной 1 мм происходит за 5—15 сут. Для ускорения этого процесса можно рекомендовать введение в огнезащитный состав системы отверждения, состоящей из оксида металла и отвердителя аминного типа. Добавление инициаторов отверждения благотворно сказывается и на антикоррозионных свойствах покрытия. Об этом свидетельствуют значения потерь масс защищенных пластин: .8=0,074 (для серийно выпускаемого состава «Эндотерм ХТ-150») и В=0,05 (для того же состава, но содержащего отвердители), которые не превышают величины 0,1 г/м²·ч [7].

Из данных таблицы следует также, что при эксплуатации покрытия «Эндотерм ХТ-150» в агрессивных средах предпочтительно прибегать к ускоренному отверждению состава. В этом случае его антикоррозионные свойства сравнимы с действием такой надежной защиты, которой является система ХС-010/ХС-710. При этом сохраняются и огнезащитные свойства покрытия — коэффициент вспучивания покрытий остается практически неизменным после 15 циклов испытания. Столь высокие антикоррозионные свойства покрытия «Эндотерм ХТ-150» обусловлены двумя основными составляющими — ХСПЭ и графитом.

Показатель	Система покрытия									
	ГФ-021/ «Эндотерм 170205»*	ГФ-021/ «Эндотерм 170205»/ ХП-799»	ГФ-021/ «Эндотерм 210104»	ГФ-021/ «Эндотерм 210104»	ГФ-021/ «Эндотерм 400202»	ГФ-021/ «Эндотерм 400202»/ ХП-799	«Эндотерм ХТ-150»	ХП-799/ «Эндотерм ХТ-150»**	«Эндотерм ХТ-150»**	ХП-799/ «Эндотерм ХТ-150»**
Толщина защитного слоя, мм	1,63	1,72	12,0	12,0	12,0	1,65	1,75	1,76	1,64	1,78
Адгезия, балл	1(1)***	1(1)	-	-	-	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)
Прочность пленки при ударе, кг·см	50(50)	50(50)	-	-	-	50(50)	50(50)	45(50)	50(50)	50(50)
Водопоглощение, %	43,8	6,92	65	65	65	6,0	0,3	5,37	11,08	0,43
Коррозионные потери Δm, г/м²	0	0	58	58	0	0	0	42	36	0
Корродирующее действие, г/м²·ч	0	0	0,081	0,081	0	0	0	0,058	0,05	0
Коэффициент вспучивания	42,3(41,6)	40(42)	-	-	-	40(41)	39(38)	24(25)	27(30)	25(24)
Гарантийный срок службы при слабом агрессивном воздействии, год	10	10	5	5	10	10	-	6	10	12
Гарантийный срок службы при сильном агрессивном воздействии, год	5	6	3	3	5	7	-	3	6	7

*Испытания были проведены в режиме 30 циклов.
**Состав, дополнительно отвержденный.
***В скобках приведены показатели контрольных проб.

Как известно, покрытия на основе ХСПЭ характеризуются повышенной стойкостью к действию озона, химических реагентов, в частности окислителей, и широко используются для антикоррозионной защиты металлоконструкций [5]. Графит же имеет форму непроницаемых пластинок, которые при нанесении образуют своеобразный физический барьер, препятствующий доступу воды, кислорода и электролитов, вызывающих коррозию металла [8].



Отсутствие коррозионных воздействий на металл демонстрирует и огнезащитный состав «Эндотерм 400202», что позволяет рекомендовать систему покрытия на основе этого состава для антикоррозионной защиты в соответствии с условиями СН и П 2.03.11—85. Несмотря на сложность химического состава (около 10 компонентов), полифосфатные интумесцентные краски ингибируют коррозию благодаря высокому содержанию полифосфата аммония [9]. Кроме того, в рецептурах огнезащитных составов «Эндотерм» отсутствуют антипиренирующие неорганические добавки (соли, кислоты, оксиды), которые провоцируют коррозию металла. Обращает на себя внимание и низкая степень водопоглощения покрытия на основе органического пленкообразователя (6,0 % по сравнению с 43,8 для водно-дисперсионного аналога «Эндотерм 170205»), которая значительно снижается (до 0,3 %) в результате применения защитного лака. Согласно стандарту 150 12944-6:1998 «Лабораторные методы испытаний», степень изменения свойств покрытия «Эндотерм 400202» позволяет установить долговечность покрытия до 15 лет.

Что касается водно-дисперсионного интумесцентного состава «Эндотерм 170205», который был испытан нами в сочетании с антикоррозионным грунтом ГФ-021, прогнозы здесь менее оптимистичны. Хотя испытанная система не проявляет кор-

родирующего действия ($B=0$) и после 30 циклов ускоренных испытаний сохраняет свои огнезащитные свойства, обращает на себя внимание высокий показатель водопоглощения — 43,8 %. Это создает существенные ограничения для эксплуатации покрытия в условиях повышенной влажности — при всех равных условиях можно ожидать вымывания из покрытия активных составляющих интумесцентной системы и, как следствие, потерю огнезащитной эффективности.

Однако, как следует из таблицы, после 30 циклов испытаний, имитирующих влияние агрессивных факторов, коэффициент вспучивания покрытия «Эндотерм 170205» не снижается, что свидетельствует о неизменности состава даже при наличии высокого показателя водопоглощения. Применение в качестве защитного слоя эмали ХП-799 значительно снижает гидрофильные свойства покрытия при сохранении антикоррозионных свойств ($B=0$). Тем не менее следует отметить, что составы на основе графита и хлорсульфированного полиэтилена («Эндотерм ХТ-150»), а также органоразбавляемые составы («Эндотерм 400202») явля-

ются более надежными и долговечными при их эксплуатации в условиях повышенной влажности, чем водно-дисперсионные интумесцентные полифосфатные составы. Высокое наполнение последних (до 70 % сухих веществ) при низком содержании пленкообразователя (до 12 %) ставит под сомнение возможность их длительной службы без применения покрывного слоя в атмосферных условиях даже под навесом.

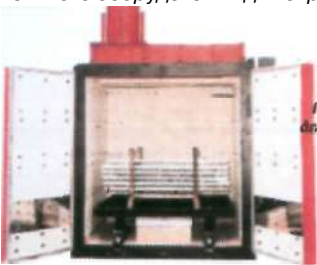
Аналогичное заключение можно сделать и по результатам испытания покрытия «Эндотерм 210104», которое также характеризуется высоким показателем водопоглощения (65 %). Но в этом случае при длительных испытаниях не наблюдалось вымывания компонентов покрытия, что свидетельствует о хороших эксплуатационных характеристиках. После 15 циклов ускоренных испытаний в условиях промышленной атмосферы умеренного климата покрытие «Эндотерм 210104» на металлической пластине не имело разрушений — отсутствовали трещины, отслоения, вздутия и набухание. Но значительное водопоглощение в сочетании с влиянием внешних агрессивных факторов создает определенные условия для реализации

терпектнік

Предприятие МЕР Тектк Ид. специализируется на производстве, проектировании, поставке и монтаже со сдачей "под ключ" комплексных линий и оборудования по нанесению порошковых и жидких красок, а также вспомогательного оборудования для окрасочных цехов.



- Линии подготовки поверхности
- Автоматические агрегаты для струйной очистки и сушки
- Печи полимеризации и сушки
- Кабины с водяной завесой для нанесения жидких красок
- Кабины с фильтрами для нанесения порошковых покрытий
- Инструменты для измерения толщины покрытия "SaluTrop"
- Ручные и автоматические комплекты для нанесения покрытий "Micron"
- Многопозиционные окрасочные роботы "IN.PA.TECH"
- Пиролические печи для очистки подвесок от отложений ЛКМ
- Маскирующие материалы из ПВХ и силикона, защищающие участки поверхности при покраске
- Газовые инфракрасные панели для увеличения производительности окрасочной линии
- Индустриальные ленты специального применения



Пиролическая печь для очистки подвесок

Газовые инфракрасные панели в печи полимеризации



Газовые инфракрасные панели с вентилятором



Инструменты для измерения толщины покрытия

Пиролическая печь для очистки подвесок (Вид изнутри)



Маскирующие материалы из ПВХ и силикона



ЛИНИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ПО НАНЕСЕНИЮ ПОРОШКОВЫХ И ЖИДКИХ КРАСОК, ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
15T0C 25 Айа, N0 105 / МаьтШьеу 34550 - 15ТАЫВ1Л. / Т1Л*КЕУ
Тел : +90 212 659 44 59 Факс : +90 212 659 43 60
т*o(5)тер1ектк.сот / expogK9)тер1екп|к.сот ил/т.тер1ектк.сот

коррозионных процессов на границе раздела фаз металл /покрытие.

Как следует из данных таблицы, составляющие системы покрытия не провоцируют разрушение металла — штукатурный слой даже замедляет течение коррозионных процессов (показатель потерь от коррозии для чистого и оштукатуренного металла по ГОСТ 9.407—84 составляет 786 и 58 г/м² соответственно).

Ситуация принципиально улучшается при использовании системы грунт ГФ-021/«Эндотерм 210104». В этом случае показатель потерь от коррозии металла составляет 0 г/м², что позволяет отнести данную систему к средствам антикоррозионной защиты. Сравнительная оценка степени агрессивности внешнего влияния и обобщения показателя защитных

свойств системы ГФ-021/«Эндотерм 210104» позволяет прогнозировать срок эксплуатации огнезащитного покрытия не менее 10 лет в условиях промзоны умеренного климата.

Таким образом, проведенные исследования показали, что огнезащитные покрытия интумесцентного действия (как полифосфатные, так и на основе терморасширяющегося графита), а также огнезащитные штукатурки не только не представляют угрозы для коррозионной устойчивости металла, но и обеспечивают необходимую антикоррозионную защиту металлических поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поездник С.И. Лакофарбові матеріали. Червень 2004. С. 26.

2. Вахитова Л.Н. и др. Будівництво України. 2005. № 4. С. 25—30.

3. Майорова Н.В. ЛКМ. 2004. № 4. С. 28—29.

4. Пожежна безпека. 2002. № 2. С. 34.

5. Розенфельд И.Л. и др. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями. М.: Химия, 1987. 223 с.

6. Родигін М. и др. Пожежна безпека. 2003. № 10. С. 30—31.

7. Веденяпина М.Д. и др. ЛКМ. 2005. №5. С. 12—15.

8. Собурь С. В. Защита материалов и конструкций. М.: Спецтехника, 2003. С. 101.

9. Егоров С. Ф. и др. Пласт. массы. 1986. №3. С. 42—43.