

Материалы серии «Констакор» для защиты оборудования, работающего в сильно- и среднеагрессивных средах

К.Ю. Зерщиков, Ю.В. Семенов (ООО «Константа-2»)

Известно, что защитные функции покрытий при воздействии агрессивных сред зависят от скорости проникновения коррозионно-активных компонентов среды к защищаемой поверхности через покрытие и от степени адгезионного взаимодействия покрытия с подложкой, определяющей скорость образования очагов коррозии [1]. Соответственно по механизму защитного действия выделены три основных типа: «адгезионный», «барьерный» и «смешанный» [2].

Многие технологические процессы в энергетике, металлургии, химии, машиностроении связаны с использованием жидких сред различной степени агрессивности (коррозионной активности). Рассмотрим известные в настоящее время и применяющиеся в России схемы антикоррозионной защиты металлического оборудования, подвергающегося воздействию агрессивных агентов (табл. 1). Наибольшее распространение благодаря приемлемой технологичности получили эпоксидные и эпоксиэфольные материалы. Они отлично защищают от щелочных сред, но разрушаются в растворах кислот. Для защиты в атмосфере предприятий и для работы в слабых растворах кислот продолжают применять перхлорвиниловые материалы, которые обладают удовлетворительными защитными свойствами, но менее технологичны из-за малого сухого остатка, и поэтому требуется нанесение большого числа слоев. Кроме того, они нестойки в растворах щелочей. Расширяется применение полиуретановых покрытий, которые, занимая лидирующие позиции по атмосферостойкости, неудовлетворительно работают в кислых средах, что характерно и для цинкэтилсиликатных и других цинкнаполненных покрытий.

В рассмотренных лакокрасочных покрытиях защита осуществляется преимущественно по «адгезионному» механизму. Создание покрытий большой толщины для достижения «барьерного» эффекта методами лакокрасочных технологий практически невозможно, так как при большой толщине антикоррозионного покрытия высока вероятность растрескивания или отслаивания из-за высокого уровня внутренних напряжений [3].

Кроме того, для нанесения покрытий большой толщины требуется длительный технологический цикл.

Защита металла методом гуммирования каландрованной резиной осуществляется по механизму «барьерного» типа, т.е. за счет полного воспрепятствования проникновению агрессивной среды к защищаемой поверхности [4, 5]. Это один из самых надежных с точки зрения защиты от коррозии способов, что объясняется высокой химической стойкостью и низкой диффузионной проницаемостью. В совокупности это приводит к повышенной долговечности гуммированных аппаратов, которая подтверждена десятилетиями эксплуатации в реальных условиях. Однако существующие технологии гуммирования имеют несколько существенных недостатков: высокая трудоемкость работ; необходимость производить операцию вулканизации острым паром, что не всегда возможно как с конструктивной, так и с технологической точки зрения; высокие требования к подготовке поверхности; большой расход материала (до 15 кг/м²); обусловленная этими недостатками значительная стоимость.

В настоящее время существует ряд материалов, в той или иной степени способных выступить альтернативой гуммировочного покрытия. К ним относятся жидкие тиоколы, карбоцепные олигомеры с концевыми гидроксильными группами, латексные смеси на основе бутадиен-стирольных каучуков, хлорсульфированный полиэтилен. Однако существующие схемы гуммирования оборудования жидкими резиновыми смесями не отвечают требованиям долговечности (межремонтный срок – не менее 5 лет) и экономичности из-за высокой стоимости материалов и низкой технологичности.

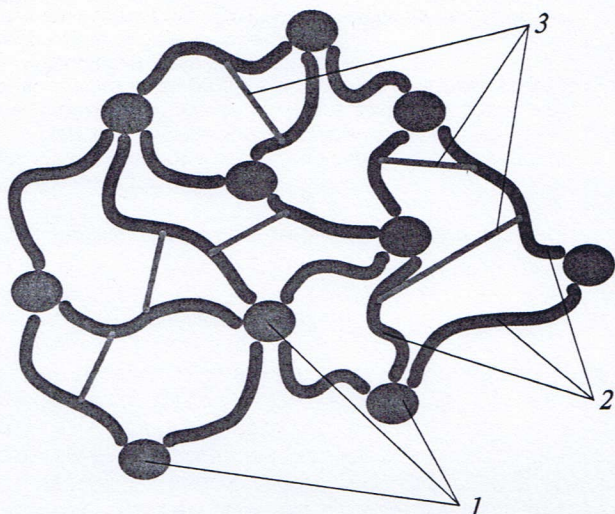
В связи с изложенным альтернативная система антикоррозионного покрытия должна характеризоваться высоким уровнем адгезии к защищаемой подложке («адгезионный» механизм) и отличными антидиффузионными свойствами («барьерный» механизм), достигаемыми за счет формирования поперечных швов различной природы и возможности увеличения толщины покрытия. Снижение внутренних

Таблица 1

Сравнительная характеристика существующих схем антикоррозионной защиты

Материалы	Технологичность	Экономичность	Химическая стойкость	Долговечность	Теплостойкость
Эпоксидные	+	+	±	±	±
Поливинилхлоридные	±	+	±	±	-
Жидкие гуммировки	±	-	±	±	-
Полиуретановые	+	±	-	±	±
Гуммировочные	-	-	+	+	+

Обозначения: + – хорошо; ± – удовлетворительно; – – плохо



Структура гуммировочных покрытий из трехблочных термоэластопластов (ТЭП), полученных из раствора (макрмолекула блок-сополимера):
 1 – физические узлы сетки из полистирольных блоков (теплостойкость до 60°C);
 2 – гибкоцепные фрагменты из полибутадиена или сополимера этилена с бутиленом;
 3 – поперечные химические шивки полибутадиеновых блоков, полученные в процессе холодной вулканизации (теплостойкость 90°C)

напряжений при увеличенной толщине достигается путем использования пленкообразующего, обладающего низким модулем упругости и эластическими свойствами. Другим существенным преимуществом эластичных покрытий является высокая стойкость против воздействия абразива и механических нагрузок, что немаловажно в случае антикоррозионной защиты внутренней поверхности оборудования, загружаемого фильтрующими материалами (кольца Рашига, кварцевый песок, ионообменные смолы и т.п.). Очевидно, что сам материал покрытия должен характеризоваться достаточно высокой химической стойкостью в агрессивных средах. С учетом всех перечисленных факторов разработана система антикоррозионного покрытия на основе химически структурированного диенстирольного термоэластопласта – «Констакор-ТЭП».

Характеристики системы:

- покрытие наносят методами лакокрасочных технологий (кисть, валик, методы воздушного и безвоздушного напыления);
- формирование покрытия и структурирование с образованием поперечных связей происходит при нормальной температуре (не нужны высокие температуры, в том числе острый пар);
- покрытие имеет повышенную долговечность, так как материал покрытия характеризуется высоким уровнем упругопрочностных и антикоррозионных свойств;
- покрытие обладает высокой химической стойкостью в растворах кислот и щелочей средней концентрации, в нефтепродуктах.

Жидкий гуммировочный состав «Констакор-ТЭП» – это двухкомпонентный материал, который можно наносить непосредственно на металл или на грунт «Констакор-Праймер» в зависимости от условий эксплуатации. Степень подготовки поверхности защищаемого металла – Sa 21/2 по ИСО 8501-1:1988. Рекомендуемая шероховатость поверхности 40...60 мкм.

Система антикоррозионного покрытия на основе лакокрасочного состава «Констакор-ТЭП» ТУ 2513-003-34724672–2007 имеет следующие основные технологические характеристики:

Массовая доля нелетучих веществ (По ГОСТ 17537–72)	38 ± 3%
Время высыхания до степени 3 при температуре 20 ± 2°C	2 ч
Рекомендуемая толщина сухого покрытия (определяется по условиям эксплуатации)	Не менее 600 мкм
Способ нанесения	Кисть, валик, безвоздушное распыление
Рекомендуемые разбавители	Толуол, ксилол, Р-4
Температура нанесения	10...40 °C
Практический расход	Не менее 2,2 кг/м ²
Число слоев	Не менее 6
Вязкость по прибору типа ВЗ-246 (диаметр сопла 4 мм при температуре 20 ± 0,5°C):	
при ручном нанесении (кисть, валик)	120...150 с
при безвоздушном распылении	180...220 с
Необходимая вязкость достигается путем добавки в композицию разбавителя	
Давление распыла при безвоздушном распылении	35...38 МПа
Диаметр сопла	0,021...0,027 дюйма
Угол распыла	40...60°

Таблица 2

Сравнительные эксплуатационные и технико-экономические характеристики лакокрасочного состава «Констакор-ТЭП» и листовой гуммировочной резины марки ГХ-2566 (аналог 60-341)

Показатель	Антикоррозионный материал	
	«Констакор-ТЭП»	Резина ГХ-2566
Условная прочность в момент разрыва, МПа	10,0	5,0
Относительное удлинение в момент разрыва, %	700	550
Твердость по Шору А, усл. ед.	65...75	40...55
Прочность связи при отслаивании от стали Ст 3, кгс/см	6,8	5,0
Практический расход, кг/м ²	3,2	5,2
Производительность труда при нанесении, м ² /(чел.-ч)	0,83	0,40
Относительная себестоимость, усл. ед.	0,5	1,0
Среднестатистический срок эксплуатации, лет	Более 4 (эксплуатация продолжается)	8...10

Типичные среды и режимы эксплуатации оборудования в металлургических, химических, нефтехимических, машиностроительных производствах

Температура °С	Состав среды	Характер воздействия коррозионно-активной среды
15...75	HF (40...60 г/л) и H ₂ SO ₄ (120...140 г/л); HF (40...60 г/л) и HNO ₃ (120...140 г/л)	Периодический. Высокие механические нагрузки, абразивное воздействие, давление
50...75	То же	Постоянный. Высокие нагрузки ударно-вибрационного характера, абразивное воздействие
15...30	Концентрированные HF, H ₂ SO ₄ , HCl, HNO ₃	Постоянный
15...100	HF (40...60 г/л), H ₂ SO ₄ (120...140 г/л), HNO ₃ (120...140 г/л) с содержанием ионов железа	Периодический

Основные эксплуатационные и технико-экономические характеристики разработанного гуммировочного состава в сравнении с наиболее распространенной гуммировочной системой на основе листовой резиновой смеси ГХ-2566 (аналог 60-341) представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, аникоррозионный гуммировочный состав «Констакор-ТЭП» превосходит стандартную гуммировочную резину по ряду физико-механических и эксплуатационных показателей. Благодаря механизации процесса нанесения покрытия (метод безвоздушного распыления) производительность труда при выполнении антикоррозионных работ значительно выше. Данный фактор в совокупности с низким практическим расходом материалов способствует значительному снижению себестоимости 1 м² готового покрытия.

Ускоренные испытания и первые результаты промышленных испытаний на реальных объектах позволяют утверждать, что материал «Констакор-ТЭП» не уступает по агрессивностойкости наиболее распространенным маркам гуммировочных резин на основе каучуков общего назначения и может работать в условиях воздействия серной (до 40% мас.), соляной (до 36% мас.) и азотной (до 10% мас.) кислот, а также концентрированных растворов калиевой и натриевой щелочей (до 40% мас.) в диапазоне температур 5...80°C. Материал сертифицирован.

На основе материала «Констакор-ТЭП» был разработан состав для антикоррозионной защиты оборудования, находящегося в контакте с пищевыми продуктами, – «Констакор-Аква», который имеет следующие отличия от применяемых в настоящее время эпоксидных составов:

- высокую химическую стойкость в кислых и щелочных средах;
- эластичность, что позволяет выдерживать деформации резервуаров без нарушения сплошности;
- долговечность за счет высоких показателей механической и адгезионной прочности;
- стойкость к эрозионному воздействию среды (пульпы).

Материал «Констакор-Аква» имеет гигиенический сертификат соответствия.

Многие производства включают операции, технологические процессы, переходы, связанные с применением таких высокоагрессивных химических агентов, как неорганические кислоты, их растворы, смеси кислот (травление, металлизация) при высокой температуре. Это предполагает необходимость использования специального технологического и емкостного

оборудования, подвергающегося периодическому или постоянному воздействию высокоагрессивных сред (табл. 3).

Предварительные исследования агрессивностойкости и эффективности использования ряда традиционно применяемых материалов показали, что для защиты оборудования от воздействия указанных сред необходимо применять покрытия с «барьерным» механизмом защиты. Использование технологии защиты с механизмами «адгезионного» или «смешанного» действия неприемлемо, так как в обоих случаях предполагается диффузия коррозионно-активных компонентов среды к подложке. К антикоррозионным покрытиям «барьерного» типа относятся гуммировочные резины, футеровочные кислотоупорные штучные и листовые материалы.

Основными проблемами при проектировании защитных футеровочных покрытий являются их низкая ударная прочность и трещиностойкость и нестойкость к значительным обратимым деформациям, невозможность их использования в некоторых конструкциях аппаратов, низкая производительность труда и высокая стоимость материалов.

Известная стойкость гуммировочных материалов против высоких обратимых деформаций, механического и абразивного воздействия, а также универсальная стойкость к средам кислотного и щелочного характера, в том числе и к окислителям, а также зарубежный опыт предопределили разработку новых гуммировочных смесей на основе карбоцепных каучуков, получивших фирменное название «Констакор ХБК».

Учитывая доступность, высокие упругопрочностные свойства, а также способность к низкотемпературной вулканизации в качестве основы были выбраны этилен-пропиленовый (СКЭПТ), бутил- (БК) и хлорбутилкаучуки (ХБК). Резины на их основе также характеризуются высокими показателями агрессивности и теплостойкости, достаточными упруго-прочностными свойствами, а наличие атома хлора в основной цепи каучука ХБК способствует увеличению адгезии к металлическим субстратам и вулканизирующей способности под действием агентов различной природы. Поэтому материалы на основе хлорбутилкаучука характеризуются наилучшими технологическими и эксплуатационными свойствами по сравнению со СКЭПТ и БК. Проведенные исследования позволили разработать серию резиновых смесей «Констакор ХБК» в комплекте с клеями горячего отверждения с хорошими технологическими и эксплуатационными свойствами для различных задач.

Таблица 4

Сравнительные свойства гуммировочных резин на основе насыщенных карбоцепных каучуков

Показатель	Тип каучуковой основы резины		
	СКЭПТ	БК	ХБК
Прочность, МПа	8,2	5,3	8,4
Относительное удлинение, %	210	470	290
Твердость по Шору А, усл. ед.	60...65	50...55	65...70
Адгезия к металлу (Ст 3), Н/м	1,6	1,4	2,9
Способность к вулканизации паром при температуре 110...120°C	Хорошая	Средняя	Отличная
Вязкость по Муни при температуре 100°C, усл. ед.	79	53	67
Степень набухания в азотно-плавиковом растворе при температуре 75°C (время экспозиции 500 ч), %	13,6	2,4	2,6

Результаты лабораторных и полупромышленных испытаний показали высокую антикоррозионную стойкость разработанных резин (табл. 4).

Представленные материалы позволяют осуществлять долговременную надежную антикоррозионную защиту оборудования, подверженного воздействию сред средней и высокой агрессивности.

Список литературы

1. *Елисаветский А.М., Елисаветская И.В., Ратников В.Н.* Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытия-

ми//ЛКМ. 2000. №2-3.

2. *Пятыхин Л.И., Карякина М.И., Куварзин И.Н.* Роль адгезии и проицаемости в защитном действии лакокрасочных покрытий//ЛКМ. 1971. №1.

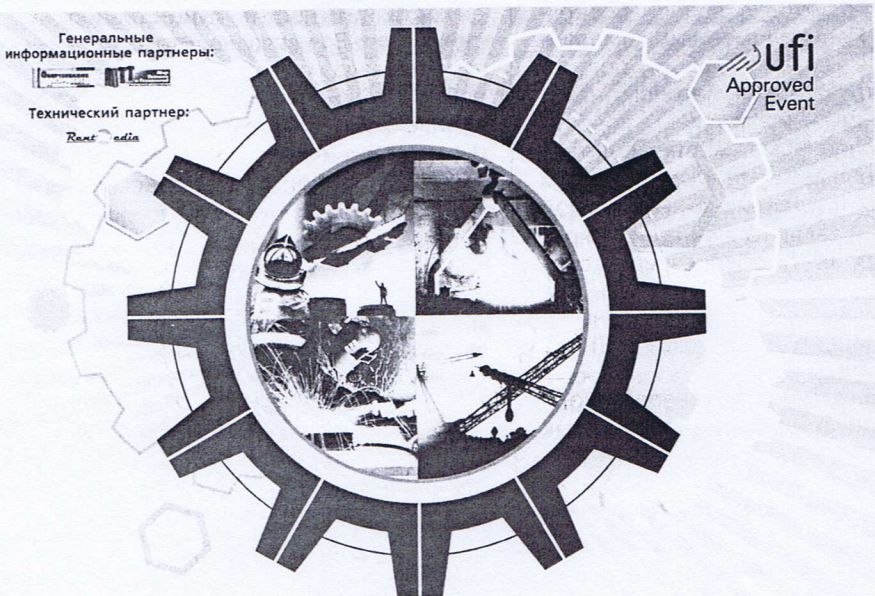
3. *Кудасов Б.К.* Внутренние напряжения в эпоксидных покрытиях//ЛКМ. 1976. №5.

4. *РД 24.023.52-90* Изделия химического машиностроения. Гуммирование. Типовой технологический процесс. М.: Минтяжмаш СССР, 1990.

5. *Богатков Л.Г., Шпайзман Л.Б., Иорданский А.Л., Заиков Г.Е.* Диффузия соляной кислоты в гуммировочные резины//Каучук и резина. 1980. №1.

X МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2011
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

22 - 25
НОЯБРЯ 2011 г.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
Украина, Киев, Броварской пр-т, 15
М "Левобережная"

ОРГАНИЗАТОР:
ООО "Международный выставочный центр"
ПРИ ПОДДЕРЖКЕ
Украинской Национальной Компании
"Укрстанкоинструмент"



ООО "Международный выставочный центр"
Украина, 02660, Киев, Броварской пр-т, 15
☎ (044) 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: lilia@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.tech-expo.com.ua

