

# ГУММИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДАМИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ю. В. Семенов<sup>1</sup>, К. Ю. Зерщиков<sup>1</sup>, М. А. Ваниев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Константа-2», г. Волгоград

<sup>2</sup> Волгоградский государственный технический университет

**В** настоящее время одной из схем антикоррозионной защиты химического оборудования от воздействия растворов кислот и щелочей, а также других агрессивных сред является гуммирование. Метод гуммирования каландрованной резиной с последующей вулканизацией острым паром рекомендован соответствующими руководящим документами РФ для антикоррозионной защиты различного химического оборудования [2, 3]. Это различные объекты бакового хозяйства, работающие в условиях переменного воздействия кислотных и щелочных сред, ионообменные фильтры, баки нейтрализации, декарбонизации, хранения разбавленных и концентрированных растворов кислот и др.

Несмотря на то что данная схема достаточно эффективна (срок службы покрытия — до 10 лет), она имеет ряд недостатков, ограничивающих возможность ее применения для антикоррозионной защиты: высокие требования к качеству подготовки поверхности, большие энерго- и трудозатраты, требует высокой квалификации персонала. Процесс гуммирования включает стадию вулканизации острым паром под давлением, что, во-первых, не позволяет реализовать данную технологию в емкостях, работающих при атмосферных условиях, и во-вторых, не всегда возможно обеспечить производителей работ паром с соответствующими параметрами [1]. Кроме того, использование традиционного метода гуммирования для капитального ремонта бывшего в эксплуатации оборудования приводит к значительному увеличению стоимости работ.

Очевидно, существует необходимость разработки новых альтернативных технологий получения гуммировочных покрытий, позволяющих избежать всех вышеизложенных недостатков гуммировки, сохраняя их основные преимущества.

Такие технологические решения в первую очередь связаны с получением покрытий методами лакокрасочных технологий. Этот технологический прием позволит наносить покрытие на поверхности практически любой конфигурации, повысить производительность труда, а также снизить вероятность образования нарушений сплошности покрытия за счет послойного перекрытия дефектов при нанесении. Кроме того, формирование покрытия должно проис-

ходить при нормальных температурах: либо за счет удаления растворителя с последующим физическим структурированием пленкообразующего полимера (силы Ван-дер-Ваальса), либо за счет межмолекулярной сшивки посредством химической реакции с одновременным испарением растворителя из системы (химическое структурирование).

Защитные функции лакокрасочных покрытий при воздействии агрессивных сред зависят от скорости проникновения коррозионно-активных компонентов среды через покрытие к защищенной поверхности и степени адгезионного взаимодействия покрытия с поверхностью металла, определяющей скорость образования очагов коррозии [4]. В работе [5] представлена условная классификация лакокрасочных покрытий по механизму защитного действия и выделены три основных типа: адгезионный, барьерный и смешанный. Смешанный механизм защиты наблюдается главным образом в лакокрасочных покрытиях, работающих в жидких агрессивных средах кислотного и щелочного характера. В гуммировочных покрытиях при значительной толщине резинового покрытия (от 3 мм) защита металла осуществляется по механизму барьерного типа, то есть при полном препятствии проникновения агрессивной среды к защищаемой поверхности [6]. Получение покрытий такой толщины методами лакокрасочных технологий практически невозможно по следующим причинам: во-первых, ограничение толщины покрытия при однослойном нанесении привело бы к значительному увеличению количества наносимых слоев и, соответственно, увеличению времени технологического цикла антикоррозионных работ, во-вторых, при таких значениях толщины антикоррозионного покрытия высока вероятность растрескивания или отслаивания покрытия из-за высокого уровня внутренних напряжений [7].

В связи с вышесказанным альтернативная система антикоррозионного покрытия должна характеризоваться высоким уровнем адгезии к защищаемой подложке и отличными антидиффузионными свойствами, достигаемыми за счет структурирования покрытия и увеличения его толщины. Снижение значения внутренних напряжений при такой толщине достигается путем использования в качестве пленкообразующего вещества, обладающего свойства-



ми эластомера. Другое существенное преимущество эластичных покрытий — их высокая стойкость к воздействию 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 к агрессивным средам.

В настоящее время существует ряд материалов, в той или иной степени способных выступить альтернативой гуммировочного покрытия. К ним относятся жидкие составы холодного отверждения на основе олигомеров с реакционно-способными группами: жидкие тиоколы, карбоцепные олигомеры с концевыми гидроксильными группами, латексные смеси на основе бутадиенстирольных каучуков. Кроме того, аналогом гуммировки также является хлорсульфированный полиэтилен. К сожалению, каждый из этих материалов обладает рядом недостатков, ограничивающих их промышленное применение.

Наиболее перспективными материалами являются диенстирольные термоэластопласты (ТЭП), представляющие собой трехблочный сополимер стирола с бутадиеном, где концевые блоки макромолекул состоят из жесткого полистирола, а средние — из эластичного полибутадиена [8]. Ассоциация полистирольных фрагментов, выполняющих функции узлов сшивания, препятствует течению эластичных блоков, закрепленных между узлами сетки. Это придает полимеру способность к высоким обратимым деформациям до температуры 50 °С в неотвержденном виде. Карбоцепное строение блок-сополимера определяет инертность материала по отношению к агрессивным средам щелочного и кислотного характера. Полимерные плен-

ки на основе ТЭП практически ни в чем не уступают вулканизированным резинам как в физико-химических свойствах, так и в агрессивностойкости.

Вместе с тем ТЭП характеризуются недостаточной теплостойкостью. С повышением температуры узлы сшивания, образованные микросегрегацией полистирольных блоков, разрушаются, действие физических сил ослабевает, структура материала разрушается, сопровождаясь уменьшением прочности, ростом проницаемости и снижением адгезии, а затем и текучести материала. Как показали лабораторные испытания, увеличение температуры до 45–50 °С уже приводит к резкому снижению антикоррозионных свойств полимерной пленки, несмотря на то что материал еще сохраняет свойства эластомера. Кроме того, существенным барьером для применения ТЭП в качестве защитных покрытий является низкое сопротивление термоокислительному старению [9] (обусловлено наличием двойных связей), которое не позволяет применять ТЭП в качестве антикоррозионных материалов в широком диапазоне температур и агрессивных сред.

Радикальным способом устранения данных недостатков является структурирование ТЭП по непредельным связям полибутадиеновых блоков. В этом направлении фирмой «Константа-2» совместно с Волгоградским государственным техническим университетом был проведен ряд исследований в части разработки антикоррозионных покрытий, предназначенных для гуммирования из растворов. В результате разработана система антикоррозионного покрытия на основе химически структурированного диенстирольного термоэластопласта — «Констакор-ТЭП». Разработанные материалы полностью соответствуют требованиям гуммировочным лакокрасочным составам нового поколения:

Табл. 1. Основные технологические характеристики системы антикоррозионного покрытия на основе лакокрасочного состава «Констакор-ТЭП» (ТУ 2513-003-34724672-2007)

Показатель	Значение	Примечание
Массовая доля нелетучих веществ, %	38±3	По ГОСТ 17537-72
Время высыхания до степени 3 при температуре 20±2 °С, ч	2	По ГОСТ 19007-73
Рекомендуемая толщина сухого покрытия, мкм	≥ 600	Общая толщина определяется условиями эксплуатации
Способ нанесения	Кисть, валик, безвоздушное распыление	
Рекомендуемые разбавители	Толуол, ксилол, Р-4	
Температура нанесения, °С	10–40	
Практический расход, кг/м <sup>2</sup>	≥ 2,2	
Количество слоев	≥ 6	
<b>Вязкость по прибору типа ВЗ-246 (диаметр сопла 4 мм при температуре 20±0;5 °С), с</b>		
Ручное нанесение (кисть, валик)	120–150	Необходимая вязкость достигается путем добавки в композицию разбавителя
Метод безвоздушного распыления	180–220	
<b>Основные технологические параметры нанесения методом безвоздушного распыления</b>		
Давление распыла, атм	350–380	
Диаметр сопла, дюйм	0,021–0,027	
Угол распыла, °	40–60	



	«Констакор–ТЭП»	
	ГХ-2566	аналог 60-341
Условная прочность в момент разрыва, МПа	10,0	5,0
Относительное удлинение в момент разрыва, %	700	550
Твердость, Шор 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 <sup>2</sup>	3,2	5,2
Производительность труда при нанесении, м <sup>2</sup> /чел·ч	0,83	0,40
Относительная себестоимость, усл. ед.	0,5	1,0
Среднестатистический срок эксплуатации, лет	Более 4-х лет (эксплуатация продолжается)	8–10 лет

- покрытие наносят методами лакокрасочных технологий: кисть, валик, методы воздушного и безвоздушного напыления;

- формирование покрытия и структурирование с образованием поперечных связей происходит при нормальных температурах и не требует наличия острого пара;

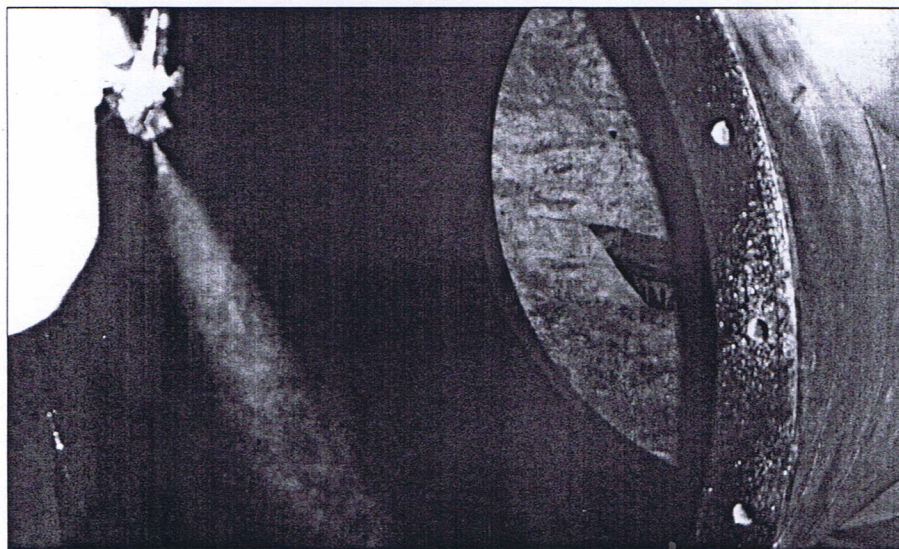
- материал покрытия характеризуется высоким уровнем упруго-прочностных и антикоррозионных свойств.

В процессе формирования покрытия, помимо образования физических узлов сетки (полистирольные блоки), образуются химические связи по ненасыщенным группам полибутадиеновых блоков, что способствует значительному увеличению тепло- и термостойкости материала. Жидкий гуммировочный состав «Констакор–ТЭП» представляет двухкомпонентный материал, состоящий из жидкой основы (основной состав) и порошкообразного ускорителя. Состав может наноситься непосредственно на металл или на грунт «Констакор–Праймер», в зависимости от условий эксплуатации. Степень подготовки поверхности защищаемого металла — Sa 2 1/2 по ИСО 8501-1:1988. Рекомендуемая шероховатость поверхности 40–60 мкм. В табл. 1 представлены основные технологические характеристики гуммировочного покрытия

«Констакор–ТЭП». 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. Для оценки используют такие важные показатели, как физико-механические свойства покрытия, его адгезионные характеристики, практический расход материалов, производительность труда при выполнении антикоррозионных работ и их относительная себестоимость, а также среднестатистический срок эксплуатации покрытия в условиях воздействия агрессивных сред кислотно-основного характера (5%-ные растворы серной кислоты и натриевой щелочи) при температуре 40–50 °С. Как видно из табл. 2, антикоррозионный 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 повышается. Данный фактор в совокупности с низким значением практического расхода материалов способствует значительному снижению себестоимости одного квадратного метра готового покрытия. Отно-

сительная новизна разработанного антикоррозионного материала не позволяет достоверно определить среднестатистический срок эксплуатации, однако первые результаты промышленных испытаний на реальных объектах позволяют утверждать, что новый тип гуммировочных материалов серии «Констакор–ТЭП» не уступает традиционным гуммировочным резинам.

Наиболее важными показателями антикоррозионных свойств полимерного покрытия являются его агрессивностойкость и антидиффузионные свойства, определяющие степень барьерной защиты подложки от проникновения корро-





зионно-активных компонентов агрессивной среды. Лабораторные и полупромышленные испытания показали, что разработанный гуммировочный состав «Констакор-ТЭП» не уступает по агрессивностойкости наиболее распространенным маркам гуммировочных резин на основе каучуков общего назначения и может эксплуатироваться в условиях воздействия серной (до 40% масс.), соляной (до 36% масс.) и азотной (до 10% масс.) кислот, а также концентрированных растворов калиевой и натриевой щелочи (до 40% масс.) в диапазоне температур 0–80 °С.

На основе материала «Констакор-ТЭП» был разработан состав для антикоррозионной защиты оборудования, находящегося в контакте с водой для хозяйственно-питьевого водоснабжения — «Констакор-АКВА», который характеризуется следующими преимуществами:

- высокая химическая стойкость в кислых и щелочных средах;
- свойство высокоэластичности, что позволяет выдерживать деформации резервуаров без нарушения сплошности;
- долговечность за счет высоких показателей механической и адгезионной прочности;
- стойкость к эрозионному и абразивному воздействию среды (песок, уголь, ионно-обменные смолы).

Материал «Констакор-Аква» был разработан специально для объектов водоподготовки хозяйствен-

но-питьевого водоснабжения: линий водоподготовки теплоэлектростанций и котельных (баки декарбонизатора и декарбонизованной воды, мешалки коагулянта, фильтры водоподготовки и др.), имеет гигиенический сертификат соответствия.

Таким образом, использование диенстирольного ТЭП, структурирующегося при нормальной температуре, в качестве пленкообразующей основы антикоррозионного материала позволило не только получить лакокрасочный состав с отличными защитными свойствами, но и создать предпосылки к разработке новых композиций с повышенными агрессиво- и теплостойкостью, твердостью и физико-механическими свойствами.

1. Бирюков И.В. Технология гуммирования химической аппаратуры. — М.: Химия, 1967. — 200 с.
2. МСН 214-82 ММСС-СССР: Сборник инструкций по защите от коррозии. М.: ЦБТИ, 1984.
3. РД 24.023.52-90. Изделия химического машиностроения. Гуммирование. Типовой технологический процесс. — М.: Минтяжмаш СССР, 1990.
4. Елисаветский А.М., Елисаветская И.В., Ратников В.Н. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями // ЛКМ. — 2000. — № 2-3. — С. 17-22.
5. Пятахин Л.И., Карякина М.И., Куварзин И.Н. Роль адгезии и проницаемости в защитном действии лакокрасочных покрытий // ЛКМ. — 1971. — № 1. — С. 54-57.
6. Богатков Л.Г., Шлайман Л.Б., Иорданский А.Л. и др. Диффузия соляной кислоты в гуммировочные резины // Каучук и резина. — 1980. — № 1. — С. 25-27.
7. Кудасов Б.К. Внутренние напряжения в эпоксидных покрытиях // ЛКМ. — 1976. — № 5. — С. 48-49.
8. Юдин В.П. Синтез, свойства и применение изопрен-стирольных и бутадиев-стирольных термоэластопластов. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1974. — 52 с.
9. Моисеев В.В., Ковшов Ю.С., Резова А.К. и др. Старение и стабилизация термоэластопластов. — М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1974. — 51 с.

## СУПЕРВЫСТАВКА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ — CHINACOAT 2012 ГУАНЧЖОУ ОТКРОЕТ СВОИ ДВЕРИ В НОЯБРЕ ЭТОГО ГОДА!

**ВЫСТАВКА CHINA INTERNATIONAL ПО ЛАКОКРАСОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ, ТИПОГРАФСКИМ КРАСКАМ И КЛЕЯМ (CHINACOAT) В 17-Й РАЗ БУДЕТ ПРОХОДИТЬ 28–30 НОЯБРЯ 2012 Г. В МЕЖДУНАРОДНОМ ВЫСТАВОЧНОМ ЦЕНТРЕ (RAZHOU COMPLEX) В ГУАНЧЖОУ КИТАЙ В ЗАЛАХ 9,2, 10,2, 11,2, 12,2, 10,3 И 11,3.**

Эта ежегодная выставка, которую надо обязательно посетить, предлагает игрокам отрасли новейшие продукты и технологии, а также возможности коммуникаций лицом к лицу. По состоянию на сегодняшний день 919 компаний-экспонентов из 30 стран/регионов будут представлены на выставке площадью более 57 000 квадратных метров.

Крупнейшая выставочная компания Китая предоставит международным посетителям удобную платформу для поиска китайской продукции по конкурентоспособным ценам. Выставка также дает шанс посетителям ознакомиться с широ-

ким спектром продуктов и услуг различных международных брендов.

В шести зонах выставочного центра международные и китайские компании представят сырье, оборудование и инструменты, порошковые краски и технологий, а также материалы радиационного отверждения (новая зона!). Экспонаты выставки включают смолы и связующие, пигменты и наполнители, добавки и растворители, производственное оборудование, приборы контроля и инструменты, а также системы безопасности и защиты окружающей среды. В соответствии с подходом CHINACOAT, ориентированным на посетителей, организатор стремится ввести больше образовательных элементов, чтобы посетители смогли получить знания, научиться находить глубокие и эффективные решения и справляться с будущими проблемами. Несколько технических программ будут организованы одновременно, в том числе 10-я конференция CHINACOAT, технические семинары, New-Tech Corner (Отдел новых технологий) и свыше 30 технических семинаров. Квалифицированные специалисты и эксперты со всего мира представят посетителям всесторонний анализ развития рынка и новых технологий.

Для удобства посетители теперь могут воспользоваться возможностью предварительной регистрации он-лайн на сайте: [www.chinacoat.net](http://www.chinacoat.net), чтобы сэкономить время для регистрации на месте и избежать очередей. Предварительно зарегистрированным посетителям будет предоставлен приоритет на вход в первый день утром (28 ноября, 09:30–12:00).

Предприятиям или торговым ассоциациям из 5 и более человек рекомендуем сформировать делегацию и предварительно непосредственно зарегистрироваться у организатора. Делегации получат ряд привилегий, в том числе бесплатное посещение выставки и каталог.

