

# НОВЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ГУММИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

к. т. н. Ю. В. Семенов<sup>1</sup>, к. т. н. К. Ю. Зерщиков<sup>1</sup>, к. т. н. 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 самых распространенных схем антикоррозионной защиты химического оборудования от воздействия растворов кислот и щелочей, а также других агрессивных сред является гуммирование. 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. Кроме того, процесс гуммирования включает в себя стадию вулканизации острым паром под давлением, что, во-первых, не позволяет реализовать данную технологию в емкостях, работающих при атмосферных условиях. Во-вторых, не всегда возможно обеспечить производителей работ паром с соответствующими параметрами [1].**

Метод гуммирования каландрованной резиной с последующей вулканизацией острым паром рекомендован соответствующими руководящими документами РФ для антикоррозионной защиты различного химического оборудования [2, 3]. Это разные объекты бакового хозяйства, работающие в условиях воздействия кислотных сред, ионообменные фильтры, баки нейтрализации, декарбонизации, хранения разбавленных и концентрированных растворов кислот и др. Использование традиционного метода гуммирования для капитального ремонта бывшего в эксплуатации оборудования приведет 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 происходить 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 у покрытий, работающих в жидких агрессивных средах кислотного и щелочного характера. При значительной толщине резинового покрытия (от 3 мм) защита металла методом гуммирования осуществляется по механизму барьерного типа, то есть достигается полное препятствие 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

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	
Вязкость по прибору типа ВЗ-246 (диаметр сопла 4 мм при температуре 20±0,5 °С), с		
Ручное нанесение (кисть, валик)	120–150	Необходимая вязкость достигается путем добавки в композицию разбавителя
Метод безвоздушного распыления	180–220	
Основные технологические параметры нанесения методом безвоздушного распыления		
давление распыла, атм.	350–380	
диаметр сопла, дюйм	0,021–0,027	
угол распыла,	40–60	

Табл. 2. Сравнительные эксплуатационные и технико-экономические характеристики лакокрасочного состава «Констакор–ТЭП» и листовой гуммировочной резины марки ГХ-2566 (аналог 60-341)

Наименование показателя	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, 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 лет (эксплуатация продолжается)	8–10 лет

подложке и отличными антидиффузионными свойствами, достигаемыми за счет увеличения толщины покрытия, оптимальное значение которой, как можно предположить, 0,8–1,0 мм. Снижение значения внутренних напряжений при такой толщине достигается путем использования пленкообразующего, обладающего свойством эластомера. Другим существенным преимуществом эластичных покрытий является 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. Это 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.

Одним из наиболее перспективных материалов 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, которые закрепляются 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 пленки на основе ТЭП практически ни в чем не уступают вулканизованным 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, происходит разрушение структуры материала, сопровождающееся 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]. Данное обстоятельство обусловлено наличием двойных связей и не позволяет применять ТЭП в качестве антикоррозионных материалов в широком диапазоне температур и агрессивных сред.

Радикальным способом устранения данных недостатков является структурирование ТЭП по непределным связям полибутадиеновых блоков. В этом направлении фирмой «Константа-2» совместно с Волгоградским государственным техническим университетом 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:

- покрытие наносят методами лакокрасочных технологий: кисть, валик, методы воздушного и безвоздушного напыления;
- формирование покрытия и его структурирование с образованием поперечных связей происходят при нормальных температурах и не требуют наличия острого пара;
- материал покрытия характеризуется высоким уровнем упруго-прочностных и антикоррозионных свойств.

Благодаря разработанной технологии 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 собой 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 21/2 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 по сравнению с наиболее распространенной гуммировочной системой на основе листовой резиновой смеси ГХ-2566 (аналог 60-341) представлены в табл. 2. Для оценки используются 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 среднестатисти-

ческий срок эксплуатации покрытия в условиях воздействия агрессивных сред кислотного-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 выше. Данный фактор в совокупности с низким значением практического расхода материалов способствует значительному снижению себестоимости одного квадратного метра готового покрытия. Относительная 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.

Одним из наиболее важных показателей антикоррозионных свойств полимерного покрытия являются его агрессивностойкость и антидиффузионные свойства, определяющие степень барьерной защиты подложки от проникновения коррозионно-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 5–80 °С.

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

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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. Пятыхин 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 изопренстирольных и бутадиенстирольных 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.