

# ЛКМ как средство защиты от коррозии

Лакокрасочные покрытия при правильном применении являются простым и доступным средством борьбы с коррозией, в том числе — в нефтехимическом производстве

Ольга Ашпина  
Сергей Ермаков



Phillips Petroleum Company

## Коррозия и экология

Нефть и нефтепродукты представляют собой агрессивную среду, их добыча, транспортировка и хранение всегда сопровождаются коррозией металлических поверхностей. При этом наружная подземная часть резервуаров подвержена дополнительному коррозионному воздействию со стороны почвы и грунтовых вод. В результате стенки и днища емкостей и трубопроводов разрушаются со скоростью от 0,1 до 1 мм в год. Прямые убытки от коррозии оцениваются на уровне 4 % от национального дохода экономически развитых стран. В США эти убытки ежегодно исчисляются суммой 50 млрд долларов, в России — более 100 млрд рублей.

Помимо прямых убытков коррозия нередко приводит к техногенным авариям с тяжелыми экологическими последствиями. Экологический ущерб от разливов нефти и нефтепродуктов очевиден. Так, коррозионные разрушения, возни-

кающие в подземной части нефтяных резервуаров, приводят к попаданию нефти в почвенные воды, что грозит взрывами и отравлениями водоемов — эта

**Прямые убытки от коррозии составляют около 4 % от национального дохода экономически развитых стран.**

проблема широко обсуждается мировым экономическим сообществом.

Гораздо меньше внимания уделяется процессу загрязнения атмосферы летучими органическими соединениями (ЛОС), которые могут попадать в атмосферу через коррозионные питинги и другие разрушения в стенках и крышках резервуаров. ЛОС содержат большое количество токсичных веществ и способствуют разрушению озонового слоя.

Крупные компании уже не экономят средства на статью расходов, напрямую не влияющую на прибыль, — экологическая безопасность во всем мире давно получила статус полноправной состав-

ляющей бюджета. Однако небольшие фирмы, имеющие отношение к хранению и транспортировке нефти и нефтепродуктов, зачастую не уделяют вопросам

коррозионной защите должного внимания. В то время как выбор способов защиты достаточно широк.

## Способы защиты

Наиболее простой и доступной защитой от коррозии как внутренней, так и наружной поверхностей резервуаров-хранилищ нефти и нефтепродуктов является нанесение покрытий из ЛКМ. Они удобны в применении, легко обновляются, создают декоративный фон.

Основными требованиями, которым должны удовлетворять защитные покрытия внутренней поверхности резер-

вуаров, являются:

- высокая адгезия к защищаемой поверхности при длительном воздействии коррозионной среды;
- отверждение при температуре окружающего воздуха;
- простая технология нанесения покрытия.

При выборе покрытия необходимо одновременно решать две задачи: защиту от коррозии и сохранение качества нефтепродуктов. Последнее крайне важно, так как продукты коррозии — оксиды и гидрооксиды железа — катализируют окисление насыщенных и ненасыщенных углеводородов, что резко ухудшает химические характеристики топлива. В большей степени это характерно для резервуаров объемом от 5 000 до 100 000 куб. м, где за счет увеличения поверхности контакта растет содержание смол в нефтепродуктах и снижается их термоокислительная способность.

## Состав и защитные свойства ЛКМ

Основные компоненты, входящие в состав лакокрасочных покрытий, — пленкообразующие вещества, растворители, пластификаторы, пигменты и катализаторы (сиккативы).

Пленкообразующие вещества — это вещества, способные образовывать тонкие прочные пленки. Тип пленкообразователя во многом определяет свойства покрытия. Так, эпоксидные и полиуретановые основы ЛКМ — более дорогостоящие, но лучше обеспечивают защитные свойства покрытий: атмосферо-, водо-, абразиво-, морозо-, термостойкость и высокую адгезию к металлу. Поэтому многие зарубежные производители из-

готавливают лакокрасочные покрытия именно на основе этих компонентов (см. табл. 1). Ameron International, Akzo Nobel, Steel Paint предлагают покрытия с высоким сухим остатком и низким количеством растворителя. Многие компании полностью отказались от использования растворителя, что обусловлено требованиями экологической безопасности.

Пластификаторы придают покрытиям требуемую эластичность. Количество пластификаторов, вводимых в смесь, составляет 20–75 % от массы пленкообразователя.

Пигменты вводятся в мелкодисперсном состоянии и, помимо окрашивания, увеличивают твердость, износостойкость, проницаемость, механическую прочность пленок и снижают скорость коррозии.

В зависимости от состава ЛКМ покрытия на их основе могут выполнять функции:

- барьера;
- пассиватора;
- протектора.

**Барьерная защита** — это механическая изоляция поверхности, достигаемая в случае, если покрытие сплошное, лишено пор, обладает хорошей адгезией к защищаемой поверхности, не набухает в жидкостях, газо- и влагонепроницаемо. В процессе старения ЛКМ изоляция ухудшается вследствие возникновения новых пор и трещин. При нарушении целостности покрытия агрессивная среда проникает к поверхности и вызывает коррозию.

**Пассивация** поверхности металла имеет место при наличии в составе ЛКМ пигмента-ингибитора. Среда становится менее агрессивной из-за растворения определенного количества пигмента. При этом растворимость его должна

быть такой, чтобы обеспечивалось образование минимально необходимого количества ионов ингибитора, но не происходило вымывания пигмента из покрытия. В качестве пигментов-ингибиторов, пассивирующих поверхность стали, наиболее эффективны фосфаты и хроматы. ЛКМ-покрытия, содержащие пигменты-ингибиторы коррозии, оказывают защитный эффект и после повреждения покрытия.

**Протекторная защита** достигается добавлением в состав покрытия порошковых металлов с более отрицательным стандартным электродным потенциалом. Для стали такими являются цинк, магний и алюминий. Под действием коррозионной среды происходит постепенное растворение порошка добавки, являющегося по отношению к стали анодом, и основная поверхность нефтяных емкостей коррозии не подвергается. Защитное действие алюминиевой пудры нельзя объяснить только электрохимической защитой: алюминий в паре с железом служит анодом только в солевых растворах, т. е. может защищать лишь наружную поверхность резервуара, находящуюся под землей. Однако защитная способность лакокрасочных покрытий с алюминиевой пудрой проявляется и при нанесении их на внутреннюю поверхность. По-видимому, это связано с малой набухаемостью краски из-за чешуйчатого строения частиц пудры.

Покрытия, с целью обеспечения надежной защиты поверхности металла, делают многослойными. Первый слой ЛКМ-покрытия называется грунтом и обеспечивает прочную адгезию с металлом и последующими слоями самого покрытия. Грунт обычно наносится на тщательно подготовленную, чистую и ►

Табл. 1. ЛКМ-покрытия для окраски внутренней поверхности резервуаров под нефть и нефтепродукты

Производитель	Материал	Толщина сухой пленки, мкм	Расход, кв. м/л (без учета потерь)	Время высыхания на отлип, +10 °С
Ameron International	Dimetcote 3A, цинксиликатный, неорганический, водный (наносится самостоятельно)	2 x 75	4.0	1 час
	Amercoat 71 Primer, эпоксидный грунт, содержит противокоррозионные пигменты (перекрывается Amercoat 2209)	2 x 50	5.0	6 час.
	Amercoat 2209, эпоксидный, содержит противокоррозионные пигменты	2 x 50	3.0	4 сут.
SteelPaint	Stelpant-PU-Zink, полиуретановый, цинксоодержащий	80	8.2	3 час.
		2 x 80	4.1	
Akzo Nobel	Interline 850, фенол-эпоксидный	150	3.55	8 час.
		2 x 150	1.77	
Tikkurila Coatings	Temaline BL, эпоксидный	250	4	30 час.
		600	1.7	

Табл. 2. Системы наружной окраски резервуаров под нефть и нефтепродукты

Производитель	Материал	Толщина сухой пленки, мкм	Расход, кв. м/л (без учета потерь)	Время высыхания на отлип, +10 °С
<b>Ameron International</b>	Amerlock 400 С, эпоксидный, самогрунтующийся	2 x 125	3.2	12 час.
	Amercoat 450 S, алифатический, полиуретановый	2 x 50	5.7	3 час.
<b>Jotun</b>	Barrier, эпоксидный, цинксодеждающий	2 x 40	6.50	30 мин.
	Primastic Universal, эпоксидный, с алюминиевым пигментированием	1 x 125	3.0	8 час.
	Hardtop AS, отделочный, полиуретановый	2 x 40	6.20	3 час.
<b>SteelPaint</b>	Stelpant-PU-Zink, полиуретановый, однокомпонентный, цинксодеждающий	2 x 80	4.40	3 час.
	Stelpant-PU-Mica, полиуретановый, однокомпонентный, содержит железную слюдку	2 x 80	4.0	3 час.
	Stelpant-PU-Mica, UV, полиуретановый, однокомпонентный, содержит железную слюдку	2 x 80	3.25	3 час.
<b>Akzo Nobel</b>	Intercure 200, эпоксидный, цинкфосфатный с оксидом железа	1 x 50	9.20	1 час
	Interplus 356, эпоксидный, промежуточный грунт	1 x 150	3.20	2 час.
	Interthane 990, акрил-полиуретановый, отделочный	1 x 50	7.80	3 час.
<b>Tikkurila Coatings</b>	Temazink-99, эпоксидный, цинксодеждающий	1 x 40	13.0	1 час
	Temacoat GPL-S MIO	2 x 85	3.5	6 час.
	Temadur-50	2 x 50	5.5	6 час.

◀ сухую поверхность окрашиваемого металла. С этой целью проводят очистку поверхностей резервуаров от осадков с утилизацией углеводородных отходов. Подготовка поверхности может осуществляться механической очисткой, обезжириванием, травлением. Качество подготовительных работ и выбор оптимальной схемы нанесения ЛКМ во многом определяют свойства покрытия. В настоящее время разработаны грунтовочные покрытия и для случаев, когда струйная очистка поверхности до степени St 2 невозможна, например покрытие Primastic Universal британской компании Jotun. В табл. 1 и 2 представлены некоторые виды защитных покрытий наружной и внутренней поверхности резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов.

Практически все предлагаемые ЛКМ-системы, как правило, содержат пигменты-ингибиторы, поэтому действие покрытий основано не только на создании барьерного слоя. Однако в качестве ингибиторов не используются соединения хрома, порождающие экологические проблемы. Некоторые покрытия являются самогрунтующимися.

## Отечественные разработки

Среди отечественных разработок, предназначенных для противокооррозионной защиты нефтяных емкостей, удовлетворяющих современным требованиям, заслуживает внимания грунтовка ВГ-33 и покрытия на ее основе, созданные во Всероссийском институте авиационных материалов (ВИАМе).

Основа пленкообразующего материала — эпоксидная смола с кремнийорганическим отвердителем. Первый грунтуемый слой представляет собой модифицированную спекуляритом грунтовку. За счет высоких адгезионных свойств грунтовка кроме защитной функции является каркасом для двух последующих слоев. Слюдистый пигмент — спекулярит резко сокращает количество пор, что позволяет снизить расход пленкообразующего вещества в 3–4 раза. Второй слой наносили после тщательной сушки первого, он представлял собой кремнийорганическую основу, обогащенную спекуляритом.

Третий слой, для повышения стойкости покрытия абразивному износу барьерного типа — броня из спекуля-

рита. Такое покрытие обладает высокой стойкостью к абразивному износу и инертно по отношению ко многим агрессивным средам.

В проекте по созданию покрытия участвовали: ООО «Чаган» (Республика Алтай) — добыча и переработка спекулярита до состояния пигмента; НИИХТМС (СО РАН, г. Новосибирск) — разработка и производство мельниц; ОАО «Алтайхимпром» (г. Яровое Алтайского края) — производство ЛКМ, растворителей, смывок, модификаторов ржавчины; ЗАО «Новые технологии» (г. Томск) — разработка технологии подготовки поверхностей и нанесения покрытий, а также производство работ на объектах; ВИАМ (г. Москва) — разработка состава ЛКМ и технологии нанесения покрытий; ОАО «Центрсиб-нефтепровод» (г. Томск) — промышленные испытания покрытий, контроль качества поверхностей и покрытий.

Срок службы российского покрытия сопоставим с аналогичными покрытиями компании Steel Paint и в зависимости от условий эксплуатации составляет 15–30 лет. Однако стоимость отечественного покрытия в 1,5–2 раза ниже. ■