

# 18

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

П.О. Ревин, ОАО «Гипротрубопровод»

В статье представлен обзор методик испытаний лакокрасочных покрытий, которые используются для антикоррозионной защиты нефтяных резервуаров, трубопроводов и другого оборудования нефтегазового комплекса. В обзоре затронуты только некоторые проблемные методы. Во-первых, это те методы, на которые существуют только иностранные стандарты, а ГОСТы в настоящее время отсутствуют. Во-вторых, это методы испытаний, которые недостаточно адекватно моделируют реальные условия эксплуатации покрытий.

### **ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СПЛОШНОСТЬ ПОКРЫТИЯ**

Метод определения диэлектрической сплошности широко применяется при лабораторных испытаниях, а также для контроля качества покрытия на промышленных объектах.

Метод предназначен для выявления возможной пористости полимерного покрытия, на стальной подложке с использованием сканирующего электрода высокого напряжения. Пористость обнаруживается искрой, возникающей между стальной подложкой и электродом в дефектных местах покрытия. Критерием качества покрытия является

определенное напряжение, при котором пробой покрытия (искра) не возникает.

ГОСТа на этот метод не существует, однако имеется большое количество зарубежных стандартов. В этих стандартах не только описана методика проведения испытания, но также даны требования к напряжению, которое должно выдерживаться покрытием (Таблица 1).

Согласно стандарту Американской национальной ассоциации инженеров-антикоррозионистов NACE 1G 188 покрытие должно выдерживать напряжение 4-6 вольт на каждый микрон толщи-

ны. В другом стандарте NACE RP 0188-90 и немецком стандарте на нефтепродукты TRbF 402-81 для каждого интервала толщин дано определенное значение напряжения. В стандарте ASTM G62-87 указана формула, где напряжение пропорционально корню из толщины. Причем для толстых покрытий более 1041 мкм требование к напряжению ужесточается в два раза. Требования различных нормативных документов представлены на рис. 1.

Все стандарты указывают, что при увеличении толщины покрытие должно выдерживать большее напряжение. Однако видно, что требования сильно

различаются, особенно для толстых покрытий более 1 мм.

Для большей наглядности эти требования можно изобразить в зависимости В/мкм, от толщины (рис. 2.). Как правило, большинство покрытий имеют толщину в интервале менее 200–800 мкм. Например, покрытие толщиной 500 мкм по стандартам NACE и ASTM должно выдерживать 5–5.6 кВ (2.5 В/мкм), а по стандарту TRbF должно выдерживать 11 кВ (5.3 В/мкм).

#### **АДГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ ПОКРЫТИЯ**

Адгезия, как известно, является одним из наиболее важных показателей, определяющих качество и долговечность покрытия. Для определения адгезионной прочности используются методы решетчатых и параллельных надрезов (ISO 2409-2007, ГОСТ 15140-78), X-образного надреза (ASTM D 3359) и метод нормального отрыва «грибка» (ISO 4624-2002).

Таким образом, в ГОСТ предусмотрены только методы решетчатых и параллельных надрезов, которые распространяются на покрытия толщиной не более 200 мкм. Методы надрезов имеют ряд недостатков: во-первых, это человеческий фактор при выполнении испытания, во-вторых, субъективность оценки сте-

**Таблица 1. Стандарты на определение диэлектрической сплошности и требования к напряжению**

СТАНДАРТ	ТРЕБОВАНИЕ
NACE 1G 188	4-6 В/мкм
NACE RP0188-90	200–280 мкм – 1,5 кВ 300–380 мкм – 2,0 кВ 400–500 мкм – 2,5 кВ 530–1000 мкм – 3,0 кВ 1001–1390 мкм – 4 кВ 1420–2000 мкм – 6 кВ 2000–3180 мкм – 10 кВ 3200–3430 мкм – 15 кВ
TRbF 402-81	150–300 мкм – 2,5 кВ 300–600 мкм – 5,0 кВ 600–1000 мкм – 8,0 кВ от 1000 мкм – 10,0 кВ
ASTM G62-87	, H<1016 мкм , H>1041 мкм

пени отслоения и, в-третьих, невозможность прорезания толстых твердых покрытий.

Наиболее информативным является метод нормального отрыва «грибка», не описанный в ГОСТ. Он дает количественный показатель адгезии, применим для покрытий любой толщины и полностью исключает субъективную оценку.

#### **ЭЛАСТИЧНОСТЬ ПОКРЫТИЯ**

Испытания покрытия на эластичность очень важны для металлоконструкций большого размера, которые существен-

но изменяют свои линейные размеры в процессе эксплуатации и при колебаниях температуры. Так, из-за колебаний температуры на днище нефтяного резервуара образуются хлопунцы диаметром до 3 м и высотой до 30 см.

Кроме того, при нарушениях правил транспортировки металлоконструкции могут изгибаться под действием собственной силы тяжести, и лакокрасочные покрытия испытывают напряжение на растяжение или сжатие. Так, например, при прогрузочных работах стальная

# ЯЗПК



## ЯРОСЛАВСКИЙ ЗАВОД ПОРОШКОВЫХ КРАСОК

### **Антикоррозионные порошковые покрытия для труб**

- Эпоксидный праймер П-ЭП-0130 для наружного трехслойного покрытия
- Эпоксидная краска П-ЭП-7120 У для наружного однослойного покрытия
- Эпоксидная краска П-ЭП-7120 Н для внутреннего одно- и двухслойного покрытия
- Теплостойкая эпоксидная краска П-ЭП-7150 для внутреннего одно- и двухслойного покрытия труб с температурой эксплуатации 100–150°C.

**Гарантия качества подтверждается заключениями ВНИИСТ, ВНИИГАЗ и Института имени Губкина**

**ООО «Ярославский завод порошковых красок»**

150044, Россия, г. Ярославль, ул. Полушкина роща, д. 16 • Тел./Факс: +7 (4852) 32-18-44, 73-37-78  
E-mail: sales@yazpk.ru • www.yazpk.ru

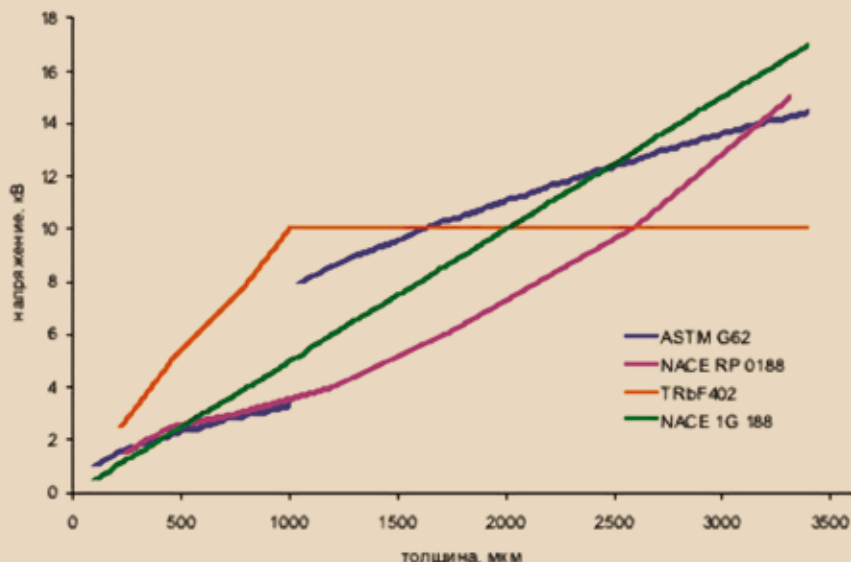


Рис. 1. Зависимость напряжения пробоя (кВ) от толщины по требованиям различных стандартов

труба длиной 12 м может прогибаться на величину до 5% при захвате ее за два конца.

В нашей стране используются два метода определения эластичности: метод шкалы гибкости по ГОСТ 6806-73 и метод Эриксона по ГОСТ 29309-92. Указанные методы предусматривают использование тонких металлических подложек, что имеет ряд недостатков.

Во-первых, реальная металлоконструкция обычно имеет большую толщину, чем экспериментальный образец.

Во-вторых, достаточно сложно провести абразивоструйную очистку тонкого металла перед нанесением покрытия на образец. При лабораторных испытаниях образцов без абразивоструйной очистки адгезия покрытия к металлу существенно снижена, поэтому при изгибе такое покрытие разру-

шается легче. Особенно это проявляется для покрытий толщиной более 300 мкм.

Метод растяжения свободных пленок на разрывной машине по ГОСТ 18299-72 наиболее информативен, поскольку позволяет точно определить такие характеристики покрытия, как предел прочности при растяжении, относительное удлинение и модуль упругости.

Однако в данном методе отсутствует металлическая подложка и не принимается во внимание такой важный фактор, как адгезионное сцепление металла с покрытием, которое всегда имеется в реальной металлоконструкции.

Основной недостаток этих трех методов заключается в том, что растяжение экспериментальных образцов не соответствует тем реальным растяжениям, которые происходят на резервуарах и других металлоконструкциях.

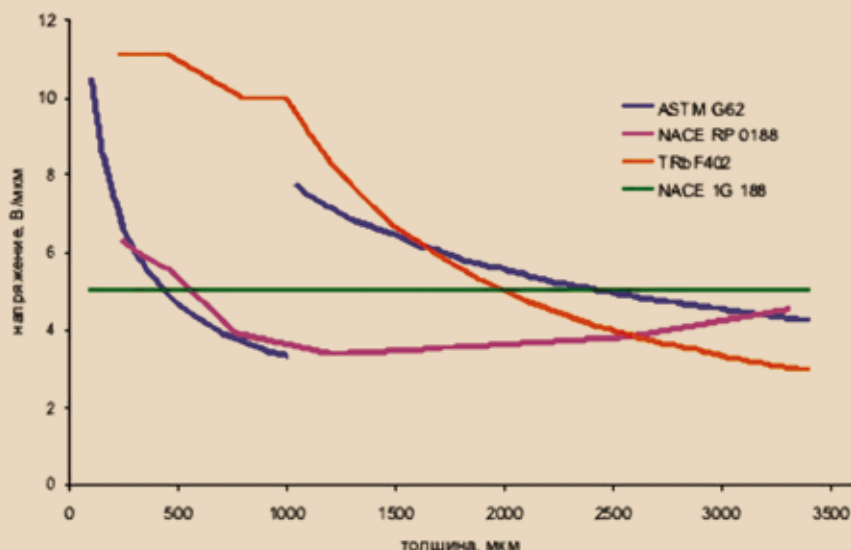


Рис. 2. Зависимость напряжения пробоя (В/мкм) от толщины по требованиям различных стандартов

Предложена оригинальная конструкция прибора (проф. В.Н. Протасов) для испытания покрытия на изгиб. Суть эксперимента заключается в том, что на образец, лежащий на двух опорах, оказывается давление до необходимой глубины прогиба и в месте прогиба контролируется состояние покрытия.

В настоящее время существуют подобные испытательные установки для испытаний на изгиб сварных швов, которые позволяют осуществлять изгиб металлических пластин большой толщины с усилием до 500 кН.

Таким образом, развитие метода испытания покрытия на изгиб представляется интересным, поскольку позволяет наиболее адекватно моделировать реальные изгибы окрашенных металлоконструкций.

## ТВЕРДОСТЬ ПОКРЫТИЯ

Определение твердости является важным показателем для покрытий, подвергающихся воздействию органических веществ. Так, например, существует проблема размягчения покрытия под действием нефти и нефтепродуктов. За рубежом для определения твердости покрытия используется метод вдавливания с помощью прибора Бухгольца по ISO 2815-98.

Сущность метода заключается во вдавливании индентора в покрытие с последующей оценкой длины вдавливания, которая служит характеристикой остаточной деформации покрытия. Сопротивление вдавливанию выражается в виде функции обратной величины длины вдавливания.

Метод Бухгольца описан только в отечественном стандарте на испытания окрашенных профилей из алюминиевых сплавов (ГОСТ 22233-2001) и не имеет прямого отношения к лакокрасочным покрытиям нефтегазового оборудования.

В нашей стране используется метод определения твердости по карандашу (ГОСТ 13526-79). К сожалению, этот метод трудно воспроизводим, т.к. даже при использовании грифелей КОН-I-NOR по окружности грифеля попадают микровключения, приводящие к ошибке.

## ВЫВОДЫ

Действующие российские стандарты не охватывают весь набор основных испытаний лакокрасочных покрытий, принятых в мировой практике.

В связи с вышеизложенным очевидно, что имеется острая необходимость создания новых и пересмотра действующих национальных стандартов в области методов контроля качества лакокрасочных покрытий.