

# ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ КАЧЕСТВА И МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВНУТРЕННИХ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ТРУБ И ФАСОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

П.Е. Юдин, Е.В. Александров, ЗАО «НПЦ «Самара»; А.В. Иоффе, ООО «Самарский ИТЦ»

Ни один из общеизвестных стандартов не охватывает весь спектр методов, необходимых для обеспечения надежного контроля качества антикоррозионных полимерных покрытий. Необходима единая система стандартизации, основанная на наиболее современных, надежных и достоверных методах инспекции полимерных материалов и покрытий на их основе.

Практика эксплуатации внутренних защитных антикоррозионных полимерных покрытий в промышленных трубопроводах, системах нефтесбора и насосно-компрессорных трубопроводах на территории Российской Федерации показала большую надежность, экономическую выгоду и экологичность [1] этого способа антикоррозионной защиты, в связи с чем они находят широкое применение и имеют большие перспективы развития в нашей стране [2]. В то же время из накопленного опыта известно достаточно большое количество фактов преждевременного выхода из строя трубопроводов как из-за несоблюдения технологии нанесения покрытия, так и неправильного подбора мате-

риала покрытия к условиям эксплуатации НКТ и промышленных трубопроводов, что является следствием несоответствия заявленных производителем характеристик покрытия действительным [3]. Для установления технических характеристик покрытия в заграничной практике используют два основных международных стандарта: API RP 5 L7 – на трубы с внутренним защитным эпоксидным покрытием и NACE SP0191-2008 – для внутренних полимерных покрытий в нефтепромысловых трубных и фасонных изделиях. Но, к сожалению, в национальной системе стандартов до сих пор отсутствуют какие-либо документы, регламентирующие использование огромного ассортимента

полимерных материалов в области внутренней изоляции труб и фасонных изделий. В то время как разработка и принятие логичной и практически обоснованной документации сняли бы многие противоречия в эксплуатационных характеристиках, предлагаемых заводами-изготовителями, и препятствия в развитии способов антикоррозионной защиты трубопроводов [4]. Также усугубляет положение путаница в используемых изготовителями разнообразных методах оценки одних и тех же качеств защитных покрытий, что вносит большие разногласия в прогнозирование сроков и условий эксплуатации изделий. Рассмотрим подробнее некоторые наиболее очевидные расхождения на

**Таблица 1. Приемно-сдаточные испытания внутренних защитных покрытий труб, регламентируемые международными стандартами и крупнейшими предприятиями-изготовителями**

Параметр	API 5L7	NACE SP0191	ЗАО «УлоРТ»	ООО «ЮКОРТ»	ООО «Предприятие «Трубопласт»
Толщина покрытия	Все трубы	1 труба от партии	Все трубы	Все трубы	2 трубы от партии
Диэлектрическая сплошность	Методы искрового пробоя и мокрой губки	Метод искрового пробоя (d >760 мкм), мокрой губки – (d <250 мкм), оба метода (250–760 мкм)	Метод мокрой губки (d > 760 мкм)	Метод искрового пробоя	Метод искрового пробоя
Внешний вид	Все трубы	Все трубы	Все трубы	Все трубы	Все трубы
Адгезия	ASTM D1002 или отрыв «грибка»	Отрыв полос	Метод V-образного надреза	Метод X-образного надреза	Метод решетчатых надрезов
Степень полимеризации	-	Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК)	-	-	-
Катодное отслоение как мера адгезии	48 часов при температуре 66 °С	-	-	-	-
Сопrotивление изгибу	Цилиндрическое изгибание	-	-	-	-

примере сравнения международных стандартов API RP 5 L7, NACE SP0191-2008 и технических условий на изготовление эпоксидно-полимерных покрытий предприятий ЗАО «УпоРТ» (ТУ 1390-003-52534308-2008), ООО «ЮКОРТ» (ТУ 139000-012-01297858-01) и ООО «Предприятие «Трубопласт» (ТУ 1381-012-00154341-02).

### ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛИМЕРНОМУ МАТЕРИАЛУ

Международным стандартом API 5L7 регламентируются такие качественные характеристики полимерного материала, как плотность, размер частиц, жизнеспособность, время гелеобразования, время отверждения, температура стеклования, тепловой эффект реакции и влагосодержание (следует обратить внимание, что данный стандарт распространяется только на порошковые материалы), а стандартом NACE SP0191-2008 – только время отверждения. Все перечисленные

характеристики зависят от химического и композиционного состава используемого материала. Выпуск брака и наличие разного рода дефектов в покрытии определяется тремя видами факторов: некачественный полимерный материал, плохая подготовка поверхности детали и нарушение технологии нанесения покрытия. Если последние два фактора прослеживаются предприятиями-изготовителями, то контролю состава и качества сырья никакого внимания не уделяется. В то же время результат всего дальнейшего производственного процесса зависит именно от состава используемого полимера, и поэтому контроль и экспертиза используемых материалов современными методами (ИК-спектроскопия, дифференциальная сканирующая калориметрия, термогравиметрический анализ и др.) позволит предприятию значительно снизить количество выпускаемого брака. Кроме

того, необходимость идентификации полимера возникает в следующих случаях: инспекция, идентификация происхождения изделия, анализ вторичного сырья (для производителя материала покрытия), исследование механизмов деструкции полимерного материала, установление причин выхода из строя покрытия и создание новых материалов.

В конечном счете достоверная и точная методика химического анализа материала покрытия помогает сэкономить время и деньги как производителям, так и потребителям. Тем не менее производители труб с антикоррозионным покрытием не уделяют достаточного внимания этому вопросу. Так, из всех перечисленных выше характеристик полимерного материала, регламентируемых международным стандартом API 5L7, только два крупнейших завода-изготовителя контролируют минимальный набор свойств: жизнеспособность

**Таблица 2. Периодические испытания внутренних защитных покрытий труб, регламентируемые международными стандартами и крупнейшими предприятиями-изготовителями**

Параметр	API 5L7	ЗАО «УпоРТ»	ООО «ЮКОРТ»	ООО «Предприятие «Трубопласт»
Выполняют все предприятия				
Адгезия	Метод отрыва «грибка»	Метод V-образного надреза после термоциклирования и выдержки в среде	Метод X-образного надреза	Метод решетчатых надрезов после выдержке в воде и 3% р-ре NaCl
Выполняют ЗАО «УпоРТ» и ООО «ЮКОРТ»				
Сопrotивление к истиранию	Прибор Taber Abraser	Установка «Анкор-ГИ1»	Прибор Taber Abraser	-
Сопrotивление изгибу	Цилиндрический изгиб	Поперечный изгиб с заданной стрелой прогиба после термоциклирования и выдержки в р-ре NaCl	ИСО 1519 или ГОСТ 6806	-
Химическая устойчивость	90 дней в воде и р-рах NaCl, HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HF	3% р-р NaCl (1000 ч при 60 °С), обезвоженная нефть (1000 ч при 60 °С), 3% р-р NaCl (70, 100 сут. 60 °С)	3% р-р NaCl (1000 ч при 20 °С, 40 °С, 60 °С), сырая нефть (1000 ч при 60 °С)	
Выполняет либо ЗАО «УпоРТ», либо ООО «ЮКОРТ»				
Шероховатость поверхности	-	Методика в ТУ и ISO 8503-1	-	-
Автоклавный тест	CO <sub>2</sub> (5%) + H <sub>2</sub> S (0,5%) + CH <sub>4</sub> (94,5%), P = 14 МПа, 93 °С (20 ч)	-	5% р-р NaCl + 0,5% р-р СН <sub>3</sub> COOH, H <sub>2</sub> S (400 мг/л), P = 30 атм, 60 °С, в течение 1000 ч	-
Пористость	-	-	ГОСТ 9.409	-
Внешний вид	-	-	ГОСТ 9.032	-
Относительное удлинение пленки при разрыве	-	-	ГОСТ 18299	-
Водопоглощение	-	-	ГОСТ 21513	-
Термоциклирование	-	-	ГОСТ 27037	-
Влагостойкость	-	-	ИСО 6270	-
Стойкость к термостарению	-	-	ИСО 3248	-
Стойкость к воздействию пара	48 ч при 75 °С	-	-	-
Диэлектрическая сплошность	-	-	ASTM G62	-
Пенетрация	ASTM G17	-	-	-
Соляной туман	ASTM B117	-	-	-
Катодное отслоение	48 ч при U=1,5 В	-	-	-

Таблица 3. Основные характеристики, обеспечивающие качество внутренних полимерных покрытий нефтепроводов

Приемо-сдаточный контроль	Периодические испытания	
	Осуществляются до и после искусственных разрушающих воздействий	Моделируют воздействия при транспортировке, хранении, строительстве и эксплуатации
1) внешний вид; 2) диэлектрическая сплошность; 3) адгезия (методом отрыва «грибка») покрытия к металлической подложке; 4) толщина покрытия; 5) степень полимеризации.	1) внешний вид; 2) диэлектрическая сплошность; 3) адгезия; 4) толщина; 5) химический состав; 6) твердость; 7) пористость; 8) термомеханические свойства.	1) ударная прочность; 2) эластичность; 3) термостойкость; 4) стойкость к воздействию переменных температур; 5) износостойкость к абразивному воздействию; 6) стойкость к взрывной декомпрессии; 7) термохимическая стойкость при обычном и высоком давлении.

(ООО «ЮКОРТ») и время отверждения (ЗАО «УПоРТ» и ООО «ЮКОРТ»).

**ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ**

Из приемо-сдаточных испытаний общими методами контроля для международных стандарта и предприятий-изготовителей (табл. 1) являются: оценка внешнего вида покрытия, измерение толщины, проверка диэлектрической сплошности и определение адгезии покрытия к металлу. Испытания на степень полимеризации, катодное отслоение и сопротивление изгибу предприятиями-изготовителями вовсе не осуществляются. Также примечательно, что изготовители пользуются различными способами определения диэлектрической сплошности и адгезии покрытия, при этом методы V-, X-образных и решетчатых надрезов для определения адгезии покрытия к металлической подложке дают только качественную, а не количественную оценку.

**ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ**

Из испытаний, проводимых в процессе производства (табл. 2), общим для стандарта API 5L7 и техрегламентов предприятий является только определение адгезии покрытия к металлу, но все теми же визуальными оценочными способами. Все изготовители, кроме того, проверяют толщину покрытия. ЗАО «УПоРТ» и ООО

«ЮКОРТ» устанавливают сопротивление к истиранию, диэлектрическую сплошность и химическую устойчивость, но по разным стандартам. Кроме того, ООО «ЮКОРТ» осуществляет автоклавный тест, но по своей индивидуальной методике. В исполнении остальных дополнительных, но не менее важных, видов контроля качества нанесенного покрытия технические условия предприятий и стандарт API 5L7 расходятся.

**ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Таким образом, из сравнения международных стандартов и регламентов предприятий по периодическим и приемо-сдаточным испытаниям можно сделать следующие выводы:

- в международных стандартах есть существенные различия, как в количестве, так и в содержании используемых методов контроля;
  - методы испытаний предприятий-изготовителей и нормы международных стандартов существенно отличаются, при этом не все общепринятые испытания осуществляются изготовителями, а некоторые методы контроля, используемые предприятиями, просто не регламентируются в международных документах;
  - нет единства систем контроля качества в регламентах предприятий.
- Выход из сложившейся ситуации заключается в разработке единых технических требований на внутренние

антикоррозионные покрытия труб и фасонных изделий, используемых в нефтепромышленной отрасли. Этот документ должен состоять из практически обоснованных методов входного контроля материалов и труб, приемо-сдаточных, периодических и аттестационных испытаний. Главной целью этого документа должно быть установление необходимого и достаточного набора свойств используемых материалов для выявления причин брака или выхода трубопровода из строя, а также сделать возможным точный прогноз пригодности и срока службы изделия в данных условиях эксплуатации (табл. 3). На настоящий момент эта задача не решена, несомненно актуальна и требует активных действий всех заинтересованных участников данного сегмента промышленности и научно-производственных учреждений.



**ЗАО «Научно-производственный центр «Самара»**  
**443022, г. Самара, Гаражный пр., д. 3, лит. Е**  
**Тел.: +7 (846) 932-03-23**  
**Тел./факс: +7 (846) 212-00-41**  
**e-mail: office@npcsamara.ru**  
**http://npcsamara.ru/**

**Литература:**

1. Г.Л. Агафонова, А.В. Кожаева, ООО «БашНИПИнефть». Опыт применения лакокрасочных материалов для противокоррозионной защиты нефтепромышленного оборудования // *Коррозия территории НЕФТЕГАЗ*, 2012, №1(21), с. 24–28.
2. С.Г. Низьев, А.В. Ухов. Заводские эпоксидные покрытия труб. Перспективы, области применения // *Коррозия территории НЕФТЕГАЗ*, 2012, №1(21), с. 40–44.
3. А.В. Иоффе, Т.В. Тетюева, С.А. Князькин, П.Е. Юдин, Ш.С. Фазылов, ОАО «РН-Юганскнефтегаз». Разрушение внутренних эпоксидно-полимерных покрытий нефтепроводов в условиях Западной Сибири // *Коррозия территории НЕФТЕГАЗ*, 2011, №2(19), с. 36–40.
4. А.Я. Гольдфарб. Специфические российские проблемы в области защитных покрытий трубопроводов // *Коррозия территории НЕФТЕГАЗ*, 2007, №2(7), с. 14–20.