

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ ОТРАСЛЕВОГО СТАНДАРТА ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ «ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЯМ НАРУЖНОЙ И ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕМОНТА НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ»

В.Н. Протасов, О.О. Штырев, РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина

Техническим документом, определяющим потребительское качество покрытий наружной и внутренней поверхностей труб и соединительных деталей, используемых для строительства нефтепромысловых трубопроводов, являются технические требования к этим покрытиям. Что же должно обязательно быть в технических требованиях, определяющих потребительское качество покрытия, и что недопустимо включать в эти требования?

Разработку технических требований к покрытию следует начинать с формулирования его назначения, т.е. для какого элемента трубопровода и для какой его поверхности предназначено покрытие, какие функции оно должно выполнять, в каких условиях и в течение какого интервала времени. Функцией покрытия наружной поверхности стальных труб и соединительных деталей, используемых для строительства нефтегазопромысловых трубопроводов, является защита стали от коррозии.

Покрытие внутренней поверхности тех же элементов нефтепромысловых трубопроводов во многих случаях должно выполнять несколько функций одновременно: это защита от стали коррозии и сульфидного растрескивания под напряжением в сероводородсодержащей водной среде, защита от гидроабразивного износа, вызываемого потоком транспортируемой жидкости, содержащей механические примеси, снижение гидравлического сопротивления труб, а следовательно, уменьшение энергозатрат на трубопроводный транспорт жидкости.

Для выполнения каждой из требуемых функций покрытие должно обладать

определенными потребительскими свойствами. Различные функции обычно выполняются разными потребительскими свойствами.

Поэтому на втором этапе разработки технических требований к покрытию формируют требуемый комплекс его потребительских свойств, определяемый функциями, выполняемыми покрытием (табл. 1).

Ряд потребительских свойств является обязательным для покрытия наружной и внутренней поверхностей изолируемых элементов нефтегазопромысловых трубопроводов независимо от выполняемой покрытием функции. К таким свойствам относятся дефектность внешняя, геометрические размеры, диэлектрическая сплошность, адгезия. Необходимость в ряде других потребительских свойств определяется конкретной функцией покрытия. Для защиты изолированной стали от коррозии и сульфидного растрескивания важным потребительским свойством покрытия является электропроводность, для снижения гидравлического сопротивления внутренней полости трубопровода – шероховатость поверхности покрытия.

На различных стадиях жизненного

цикла труб и соединительных деталей с наружным и внутренним покрытиями, в частности на стадиях их хранения и транспортирования, строительства и эксплуатации нефтепромыслового трубопровода из этих элементов, покрытие подвергается различным, часто опасным для него видам внешнего воздействия.

Например, для покрытия наружной поверхности часто достаточно агрессивной является окружающая среда (ультрафиолетовое облучение, грунтовые воды, водная среда болот, рек, различных водоемов), а для покрытия внутренней поверхности – транспортируемые среды (водная среда, нефть, свободный углеводородный газ и их смеси, часто содержащие сероводород, двуокись углерода, минеральные соли и др.). Не менее опасны для покрытия температурные воздействия (положительная, отрицательная или циклическая температура), различные виды механических воздействий (контактная нагрузка на покрытие наружной поверхности подземного трубопровода, воздействие транспортируемого потока жидкости, содержащего механические примеси, на покрытие внутренней поверхности,

возможный прямой удар и обратный удар соответственно на покрытие наружной и внутренней поверхности, поперечный изгиб трубопровода при укладке в траншею и др.). Во многих случаях покрытие испытывает комплексное воздействие перечисленных внешних факторов. Их сочетание часто является более опасным, чем индивидуальное воздействие каждого из них.

В результате того или иного вида внешнего воздействия на покрытие могут существенно изменяться его потребительские свойства.

Поэтому на третьем этапе разработки технических требований к покрытию систематизируют виды опасных внешних воздействий на покрытие на стадиях хранения и транспортирования труб и соединительных деталей, строительства и эксплуатации трубопровода применительно к рассматриваемому месторождению и потребительские свойства покрытия, которые необходимо контролировать при этих воздействиях (табл. 2).

На четвертом этапе выбирают в соответствии с систематизированными на третьем этапе видами опасных внешних воздействий на покрытие моделирующие их виды внешней воздействия при периодических испытаниях в лабораторных условиях (табл. 3).

Допустимый уровень изменения каждого из потребительских свойств покрытия при конкретном виде внешнего воздействия на него обуславливается нормой на показатель этого свойства при данном виде воздействия.

В связи с этим на пятом этапе разработки технических требований к покрытию устанавливают для каждого потребительского свойства покрытия показатель этого свойства при контроле в исходном состоянии и после конкретных видов внешнего воздействия на покрытие, норму на показатель и метод контроля соответствия этой норме (табл. 4).

Показатель конкретного потребительского свойства покрытия в исходном состоянии может отличаться от показателя того же свойства при том или ином виде внешнего воздействия на покрытие. Существенно могут различаться показатели конкретного потребительского свойства покрытия при различных видах внешнего воздействия.

Таблица 1. Функции, выполняемые покрытием, и потребительские свойства покрытия, определяющие его способность выполнять эти функции

№	Потребительские свойства покрытия	Функции покрытия				
		Φ_1	Φ_2	Φ_3	Φ_4	Φ_5
1	CB ₁	+	+	+	+	+
2	CB ₂	+	+	+	+	+
3	CB ₃	+	+			
4	CB ₄	+	+	+	+	+
5	CB ₅	+				
6	CB ₆		+			
7	CB ₇			+		
8	CB ₈				+	

Таблица 2. Виды опасных внешних воздействий на покрытие на различных стадиях жизненного цикла, способные вызвать изменение его потребительских свойств, и потребительские свойства покрытия, контролируемые при этих воздействиях

Виды опасных внешних воздействий на покрытие способные вызвать изменение его свойств	Контролируемые свойства покрытия						
	CB ₁	CB ₂	CB ₃	CB ₄	CB ₅	CB ₆	CB ₇
На стадии хранения: BB ₁							
На стадии проведения СМР: BB ₂			+				
На стадии эксплуатации: BB ₃ BB ₄ BB ₅ BB ₆ BB ₇	+		+		+		+

Таблица 3. Виды опасных внешних воздействий на покрытие на различных стадиях жизненного цикла, способные вызвать изменение его потребительских свойств, и моделирующие их виды внешних воздействий при испытаниях покрытия в лабораторных условиях

Виды опасных внешних воздействий на покрытие на различных стадиях жизненного цикла	Моделирующие виды внешних воздействий на покрытие при испытаниях в лабораторных условиях
BB ₁	BVM ₁
BB ₂	BVM ₂
BB ₃	BVM ₃
BB ₄	BVM ₄
BB ₅	BVM ₅
BB ₆	BVM ₆
BB ₇	BVM ₇

Таблица 4. Потребительские свойства покрытия конкретного назначения, показатели этих свойств в исходном состоянии и при различных видах внешнего воздействия, нормы на показатели и методы контроля

Свойство	Показатель	Норма	Метод контроля
1. CB ₁ – в исходном состоянии – при BVM ₁ – при BVM ₂ – при BVM _n	ПК ₁ ПК ₁ ПК ₁ ПК ₁	H ₁ H ₁ H ₁ H ₁	K ₁
2. CB ₂ – в исходном состоянии – при BVM ₁ – при BVM ₂	ПК _{2,1} ПК _{2,2} ПК _{2,2}	H _{2,1} H _{2,2} (τ _p) H _{2,2} (τ _p)	K ₂

Таблица 5. ГОСТ 51164, таблица 1 «Конструкция защитных покрытий строящихся и реконструируемых трубопроводов»

№ конструкции	Условия нанесения покрытия	Конструкция (структура) защитного покрытия	Толщина защитного покрытия, мм, не менее, для труб диаметром, мм, не более				Максимальная температура эксплуатации, К (С°)
			273	530	820	1420	
Защитные покрытия усиленного типа							
1	Заводское или базовое	Трехслойное полимерное: грунтовка на основе термоактивных смол; термоплавкий полимерный подслой; защитный слой на основе экструдированного полиолефина	2,0	2,2	2,5	3,0	333 (60)
2	Заводское или базовое	Двухслойное полимерное: термоплавкий полимерный подслой; защитный слой на основе экструдированного полиолефина	2,0	2,2	2,5	3,0	333 (60)
3	Заводское или базовое	На основе полиуретановых смол	1,5	2,0	2,0	2,0	353 (80)
4	Заводское или базовое	На основе эпоксидных красок	0,35			–	353 (80)
5	Заводское или базовое	Стеклоэмалевое: однослойное	0,3	0,3	–	–	423 (150)
		двухслойное	0,4	0,4	–	–	423 (150)
6	Заводское или базовое		2,5	3,0	–	–	313 (40)

Таблица 6. ГОСТ 51164, таблица 2 «Требования к покрытиям усиленного типа»

№	Наименование показателя	Полиэтиленовое 2-х и 3-х слойное покрытие ГОСТР 51164-98	Эпоксидное покрытие ГОСТР 51164-98	Метод
1	Толщина, мм, не менее	2,0–3,0	0,35	
2	Прочность при разрыве, МПа, не менее	12		ГОСТ 11261
3	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	200	5	ГОСТ 11262 ГОСТ 18299
4	Изменение относительного удлинения при разрыве после выдержки при температуре 100°С в течение 1000 час., %, не более	25		ГОСТ 11261
5	Стойкость к растрескиванию при температуре 50°С, час., не менее	1000		ГОСТ 13518
6	Прочность при ударе, Дж, не менее	5	4	Приложение А
7	Адгезия к стали, Н/см, не менее балл, не более	35	1	ГОСТ 411 (метод А) ГОСТ 15140
8	Адгезия к стали после выдержки в воде в течение 1000 час., при температуре 20°С, Н/см, не менее балл, не более	30	1	ГОСТ 411 (метод А) ГОСТ 15140
9	Грибостойкость, балл, не менее	2	2	ГОСТ 9.048-9.052
10	Площадь отслаивания покрытия при поляризации, см ² , не более при 20°С	5	5	Приложение В
11	Переходное сопротивление покрытия в 3-% NaCl при температуре 20°С, Ом·м ² , не менее – исходное – через 100 суток выдержки	10 ¹⁰ 10 ⁹	10 ⁸ 10 ⁷	Приложение Г

В ряде случаев объективными показателями потребительских свойств покрытия являются стабильность характеристик и внешний вид защищаемой стали.

Разработанный комплекс потребительских свойств покрытий наружной и внутренней поверхностей труб и соединительных деталей, используемых для строительства нефтегазопромысловых трубопроводов, показателей этих свойств в исходном состоянии и при различных видах опасных внешних воздействий на покрытие на разных стадиях жизненного цикла изолированных изделий, норм на показатели и методов контроля определяет потребительское качество рассматриваемых покрытий и обуславливает основное содержание технических требований к ним.

Важной структурной составляющей технических требований являются обязательные для выполнения правила маркировки и транспортирования труб и соединительных деталей с покрытием, строительства, эксплуатации и ремонта трубопровода из этих элементов для поддержания потребительского качества покрытия на различных стадиях жизненного цикла изолированных изделий.

Грамотно сформулированные технические требования к покрытию конкретного назначения обуславливают пригодность применения для наружной и внутренней изоляции труб и соединительных деталей тех или иных освоенных промышленностью конструкций покрытий из конкретных лакокрасочных и полимерных материалов.

Поэтому недопустимо указывать в технических требованиях потребителя к покрытию конкретного объекта марки или рецептуры материалов для этого покрытия, конструкцию покрытия, отдельные технологические операции подготовки изолируемых поверхностей под покрытие и т.п.

Использование подобных технических требований может нанести значительный материальный ущерб потребителю изолированных изделий. К числу подобных недопустимых требований относятся технические требования к покрытиям труб, приведенные в ГОСТ 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии»

(разработчики – АО «ВНИИСТ», ООО «ВНИИГАЗ» и ГУП «ИПТЭР») и в ГОСТ Р 53384-2009 «Трубы стальные и чугунные с защитными покрытиями. Технические требования» (разработчик – ОАО «РосНИТИ»). ГОСТ 51164-98 устанавливает общие требования к защите от подземной и атмосферной коррозии наружной поверхности стальных (малоуглеродистые низколегированные стали класса не выше К60) магистральных трубопроводов, транспортирующих природный газ, нефть и нефтепродукты, и отводов от них, трубопроводов компрессорных, газораспределительных, перекачивающих и насосных станций, а также нефтебаз, головных сооружений нефтегазопромыслов (включая резервуары и обсадные колонны скважин), подземных хранилищ газа, установок комплексной подготовки газа и нефти, трубопроводов теплоэлектростанций, соединенных с магистральными трубопроводами (далее – трубопроводы), подземной, подводной (с заглублением в дно), наземной (в насыпи) и надземной прокладках, а также трубопроводов на территории других аналогичных промышленных площадок.

Значительную часть ГОСТ 51164 занимает раздел 4 «Требования к защитным покрытиям» наружной поверхности трубопроводов. Информация, содержащаяся в этом разделе, представлена в виде трех таблиц: «Конструкция защитных покрытий строящихся и реконструируемых трубопроводов» (табл. 1); «Требования к покрытиям усиленного типа» (табл. 2); «Требования к покрытиям нормального типа» (табл. 3). В качестве примера на стр. 14 в таблицах 5 и 6 приведены с уменьшенным объемом информации таблицы 1 и 2 ГОСТа 51164.

Анализ данных, приведенных в таблицах 1, 2 и 3 ГОСТа, показывает, что в разделе 4 ГОСТа 51164 приведены не требования к наружным покрытиям трубопроводов, а справочные данные о разработанных конструкциях покрытий для наружной поверхности труб, производственных условиях их формирования на наружной поверхности труб и гарантируемых разработчиками стандарта характеристиках этих конструкций. Технические требования, обуслов-

Таблица 7. Таблица 2 ГОСТа 53384-2009

Виды покрытия	Качество покрытия
Полимерные покрытия	
1. Полиэтиленовое трехслойное	По ГОСТ 9.602
2. Полиэтиленовое двухслойное	
3. Полипропиленовое трехслойное	
4. Полипропиленовое двухслойное	
7. Полиуретановое жидкое	
8. Эпоксидное порошковое	
9. Эпоксидное жидкое	
10. Лакокрасочное	

ленные назначением покрытия и описывающие его потребительское качество, отсутствуют в ГОСТ 51164-98. Специалисты ООО «ВНИИГАЗ» и АО «ВНИИСТ», занимающиеся разработкой технических требований к наружным покрытиям труб, заявляют на различных конференциях, что ГОСТ 51164-98 необходимо переработать. Поэтому они разрабатывают корпоративные технические требования к наружным покрытиям труб и соединительных деталей.

Проведенный авторами статьи анализ содержания этих корпоративных требований и многочисленные ссылки в них на ГОСТ 51164-98 свидетельствуют о том, что по существу меняется только название документа, содержащего требования, а сущность самих требований не изменяется. Вместо требований к покрытию приводятся характеристики покрытий из конкретных материалов. Подобные данные следует приводить в справочниках по покрытиям или в стандартизированных технических условиях на наружное покрытие труб.

ОАО «РосНИТИ» разработало такой стандарт – ГОСТ Р 52568-2006 «Трубы стальные с защитными наружными покрытиями для магистральных газонефтепроводов. Технические условия». Но и в этом стандарте, как и в ГОСТ 51164-98, проявилась безграмотность специалистов, занимающихся классификацией конструкций полимерных покрытий, применяемых для наружной поверхности труб. В частности, недопустимо гарантировать численные значения показателей конкретных свойств конструкций покрытий с

такими названиями: «однослойное эпоксидное», «двухслойное полиэтиленовое», «трехслойное полиэтиленовое» и др. Гамма материалов на основе эпоксидных смол различной молекулярной массы, композиций на основе полиэтилена низкой, средней, высокой плотности и др. настолько широка и отличие их по физико-механическим свойствам настолько велико, что без указания конкретной марки используемого материала в той или иной конструкции покрытия гарантированные разработчиками стандарта характеристики рекомендуемых ими конструкций являются не только бессмысленными, но и опасными для производителей и потребителей труб с покрытием наружной поверхности. Казалось бы, металлургам хорошо известно, что недопустимо приводить численные значения показателей физико-механических свойств стали без указания ее марки, определяющей рецептуру и структуру этой стали, а следовательно, ее физико-механические свойства. Но почему по отношению к полимерным покрытиям это не выполняется? Возможно, из-за неправильного подбора кадров для подразделений, занимающихся покрытиями труб. Это же относится и к ООО «ВНИИГАЗ» и АО «ВНИИСТ».

Наименования «однослойное эпоксидное», «двухслойное полиэтиленовое» и т.п. определяют тип покрытия, характеристиками которого являются химическая природа используемых материалов и количество слоев. Подобные характеристики позволяют только ориентировочно определить область применения покрытия и его технологичность.

ОАО «РосНИТИ» показалось недостаточным разработать критикуемый авторами статьи ГОСТ Р 52568-2006 «Технические условия на производство труб с защитными наружными покрытиями» и вслед за этим стандартом ОАО «РосНИТИ» был разработан Национальный стандарт ГОСТ Р 53384-2009 «Трубы стальные и чугунные с защитными покрытиями. Технические требования».

Проведенный авторами статьи анализ этого стандарта показал, что под громким названием создан очередной бессмысленный документ, содержание которого не соответствует его названию. Для подтверждения подобного заявления рассмотрим интересный потребительский документ с названием «Технические требования». Незначительный объем информации в этом разделе позволяет воспроизвести его содержание в полном объеме.

«5.1. Технические требования к покрытиям представлены в таблице 2. 5.2. При выборе материала покрытий и их конструкции следует учитывать:

- условия эксплуатации трубопровода;
- среду, транспортируемую по трубопроводу;
- экономическую целесообразность.

5.3. При применении дополнительной защиты по требованию потребителя труб конструкция покрытия может быть изменена, при этом общие качественные показатели покрытия не могут быть ниже установленных настоящим стандартом.

5.4. Каждый вид покрытия должен иметь документ о качестве».

Из приведенного фрагмента рассматриваемого раздела следует, что технические требования содержатся в таблице 2 данного ГОСТа. Ниже приведена эта таблица с уменьшенным объемом информации (табл. 7), что не изменило ее сущности.

Из данных, представленных в таблице 7, следует, что потребительское качество внутреннего и наружного покрытий труб сформулировано в Межгосударственном стандарте ГОСТ 9.602-2005 ««Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования» (разработчики – ГУП Ордена Трудового Красного Знамени Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, ГУП ВНИИ железнодорожного транспорта, ФГУП «ВНИИ-стандарт»).

Но если технические требования к покрытиям труб представлены в ГОСТ 9.602-2005, то каково же назначение

ГОСТа 53384-2009? Необходимо подчеркнуть, что в ГОСТ 9.602-2005 рассматриваются только покрытия наружной поверхности труб и покрытий внутренней поверхности труб он не касается. Так что ссылка на него в ГОСТ 53384-2009 некорректна.

В статье Протасова В.Н. «О существенных недостатках межгосударственного стандарта ГОСТ 9.602-2005, определяющего качество наружного покрытия подземных сооружений, или Сколько можно наступать на одни и те же грабли», опубликованной в журнале «Коррозия Территории НЕФТЕГАЗ» (№ 1, 2007), приведены результаты анализа этого стандарта, свидетельствующие об отсутствии в нем технических требований к покрытию, обусловленных его назначением. В данном стандарте, как и в ГОСТ 51164-98, под названием «технические требования» приведены гарантируемые разработчиками стандарта характеристики освоенных промышленностью конструкций покрытий из различных материалов.

Подобные справочные данные о характеристиках существующих покрытий, конечно, нужны разработчику и производителю труб с покрытием. Но чтобы выбрать из предлагаемых вариантов нужное покрытие, необходимо предварительно знать, каким потребительским качеством должно обладать покрытие для выполнения им требуемых функций в заданных условиях применения в течение регламентированного срока его службы. Ответ на этот вопрос дадут стандартизированные технические требования потребителя к покрытию, разработанные в соответствии с методологией, рассмотренной в данной статье. Рассмотренная методология является базовой основой разработки отраслевого стандарта «Технические требования к полимерным покрытиям наружной и внутренней поверхностей стальных труб и соединительных деталей, используемых для строительства, реконструкции и ремонта нефтепромысловых трубопроводов».

Литература:

1. Протасов В.Н. Физико-химическая механика материалов оборудования и сооружений нефтегазовой отрасли. Учебник. – М.: Недра, 2011. – 205 с.
2. Протасов В.Н. Теория и практика применения полимерных покрытий в оборудовании и сооружениях нефтегазовой отрасли. – М.: Недра, 2007. – 375 с.