

Д.И. Никитин¹, С.А. Хотеев¹, В.В. Белоусов¹

¹ ЗАО «ЗМ Россия» (Москва, Россия).

ВНУТРЕННЕЕ ГЛАДКОСТНОЕ БЕЗРАСТВОРИТЕЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

ЗАО «ЗМ Россия» сердечно поздравляет дружный коллектив ПАО «Газпром» с 25-летием! Желаем вам дальнейшего эффективного развития, новаторских подходов и новых успехов!

На сегодняшний день ПАО «Газпром» эксплуатирует 171,4 тыс. км магистральных газопроводов, разрабатывает 151 месторождение с запасом 36 443,9 млрд м³ природного газа категорий А + В + С₁, добывает до 472 млрд м³ газа в год (результат 2017 г.). Компания занимает лидирующую позицию в строительстве новых трубопроводов, реализуя такие масштабные проекты, как «Северный поток – 2», «Сила Сибири», «Турецкий поток» и др. Успешность деятельности компании определяют ее инвестиции в развитие современных технологий и качества используемых материалов с ориентацией на российских производителей. В 2018 г. исполняется 10 лет с момента начала производства материалов для антикоррозионной защиты трубопроводов нефти и газа компанией ЗМ в России. За прошедшие 10 лет компания расширила свои производственные мощности, линейку производимой продукции, а также инвестировала в создание локальной лаборатории по разработке новых марок продукции. Новые российские продукты ЗМ находят применение практически во всех ключевых проектах ПАО «Газпром».

Тенденции современного рынка антикоррозионной защиты трубопроводов таковы, что многие предприятия ставят перед собой задачу повышения производительности операции нанесения защитного покрытия с сохранением его высоких функциональных свойств. Данная тенденция особенно проявляется для труб с внутренним антикоррозионным гладкостным покрытием, нанесение которого может определять производительность изоляционного цеха в целом. Выделяют две основные категории материалов для формирования гладкостного покрытия – содержащие растворитель (растворительные) и не содержащие (безрастворительные). Последние представляются лучшим выбором для применения благодаря их улучшенным функциональным характеристикам (профиль поверхности, гибкость и др.)

и экологичности. Тенденция в развитии растворительных материалов, проявляющаяся в последние годы, также демонстрирует снижение количества растворителя в их составе с 50 до 10 %.

Российские трубные заводы в преобладающих объемах используют материалы на основе растворителя, и связано это с недостаточным предложением безрастворительных решений, сопоставимых по скорости отверждения с растворительными материалами, а соответственно, способных обеспечить требуемую эффективность производственного процесса.

Есть три способа повышения производительности участка нанесения внутренних гладкостных покрытий за счет сокращения временных затрат на стадию отверждения покрытия:

1) установка индуктора перед шаговой конвекционной печью.

Данный способ позволяет за короткое время нагреть трубу до заданной температуры и обеспечить 20–50%-ное снижение временных затрат на последующий этап сушки (отверждения) покрытия;

2) увеличение температуры в камере сушки. Это позволит сократить время разогрева трубы, но в сравнении с индукционным нагревом экономическая эффективность выглядит сомнительно ввиду необходимости дополнительных затрат на разогрев воздуха до заданных температур;

3) использование материалов нового поколения, основанных на последних разработках в области эпоксидных смол и их отвердителей.

Первый способ предполагает, что нанесенный материал позволяет избежать таких дефектов, как вскипание и потечи в процессе индукционного разогрева трубы

Таблица 1. Основные характеристики нового продукта

Наименование	Значение
Соотношение	2,5:1 по объему
	100:27 по весу
Сухой остаток, %	100
Плотность, г/см ³	1,35
Вязкость смеси, мПа·с	320–420 при 45 °С
Вязкость части Б, мПа·с	300–420 при 25 °С
Адгезия	Нет отслаивания или потери адгезии (API RP 5L2, Приложение 4)
Уровень блеска	>80 (блеск 60°, ISO 2813)
Стойкость к солевому туману	Никаких повреждений покрытия после выдержки 500 ч (ASTM B 117)
Выдержка в воде/метаноле	Проходит (API RP 5L2, табл. 3.5)



Рис. 1. Промышленные испытания нового материала Scotchkotetm EP2306 SF

до температуры 60 °С и выше. Однако из-за относительно высокого давления паров основных типов растворителей, содержащихся в материалах, быстрый разогрев приводит к неконтролируемому вскипанию покрытия. Только безрастворительные материалы обеспечивают принципиальную возможность индукционного разогрева, более того, обеспечивают возможность перейти к нанесению внешнего изоляционного покрытия без этапа сушки.

Новая разработка компании ЗМ в России позволяет объединить в себе первый и третий подходы к снижению временных затрат на нанесение внутреннего гладкостного покрытия. В ноябре 2017 г. на предприятии компании в СЭЗ «Алабуга» была произведена первая промышленная партия нового

безрастворительного гладкостного покрытия Scotchkotetm EP2306 SF (табл. 1).

Первая партия материала успешно прошла промышленные испытания на базе одного из крупнейших трубных заводов страны (рис. 1). В рамках поточного производства в течение пяти дней было установлено 20%-ное увеличение производительности только благодаря свойствам материала. Оценка специалистов ЗМ свидетельствует о том, что производительность может быть увеличена еще на 10–15 % при той же температуре в камере сушки.

Помимо производительности было отмечено улучшение следующих характеристик:

- полное отсутствие кратеров даже в момент покрытия первых труб после промывки оборудования;

- отсутствие потеков и наплывов при варьировании соотношения компонентов до 10%-ного отклонения и сушке труб при 80 °С;

- соответствие требованиям СТО Газпром по количеству пор в мокрой и сухой пленке при толщине покрытия 125–150 мкм;

- превосходные результаты в тесте на изгиб по требованиям ISO 6860:2006;

- профиль поверхности покрытия (Rz) – 0,63–0,83 мкм.

Высокая оценка была предопределена результатами лабораторных испытаний нового продукта Scotchkote™ EP2306 SF, показавших, что время отверждения безрастворительного покрытия нового поколения может быть значительно меньше времени отверждения даже растворительных материалов, в качестве отвердителей ко-

торых возможно применение смеси ароматических аминов с третичными аминами в качестве катализаторов (рис. 2).

Важной составляющей являются также адгезия и барьерные свойства покрытия, обычно имеющих тенденцию к ухудшению при увеличении скорости отверждения. Было показано, что покрытие нового поколения не только соответствует стандартам API RP 5L2 и ISO 15741, но и позволяет существенно опережать некоторые требования стандартов. Так, химическая стойкость покрытия к эквивалентной по объему смеси метанола с водой составляет более 15 дней при требовании 120 ч.

Механические свойства покрытия (его гибкость) также обычно хуже у материалов с большей скоростью отверждения. На толщине пленки 125–150 мкм было показано, что новый продукт не дает растрескиваний и отслоений покрытия после 3 мм вдоль изгиба по конической оправки 180° и превосходит конкурентов, в среднем имеющих растрескивание до 5–8 мм.

С точки зрения обеспечения качества и надежности процесса изоляции принципиальное значение для клиентов имеют реологические свойства материала, улучшение которых в процессе разработки было в числе приоритетов наряду с ускорением отверждения. Было показано:

- отсутствие пор в материале в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-2.2-180-2007;
 - в модельном эксперименте отсутствие кратеров при различных вероятностных загрязнениях металлической поверхности или самого материала (табл. 2);
 - существенно улучшенная стойкость к стеканию (табл. 3).
- Особо стоит отметить, что вязкости компонентов нового материала выдержаны таким образом, чтобы обеспечить возможность применения на тех же линиях нанесения, на которых применяются растворительные материалы. В этом случае

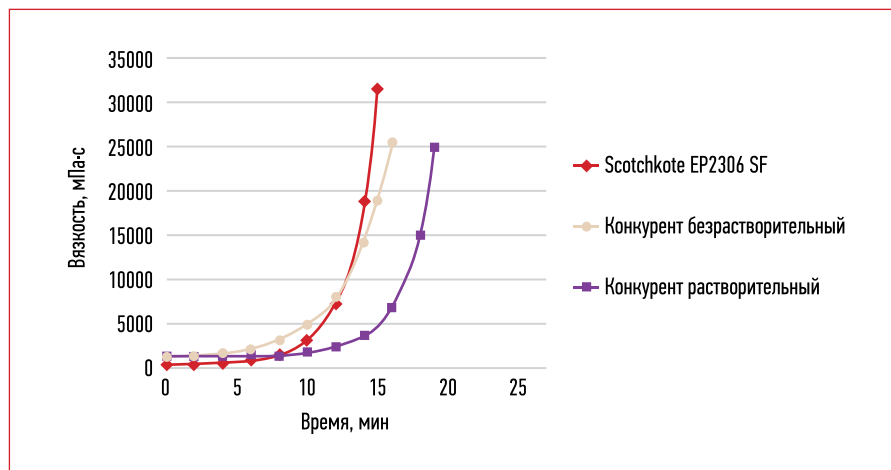


Рис. 2. Изменение вязкости во времени в процессе отверждения при температуре 75 °C

Таблица 2. Моделирование стойкости материала к появлению поверхностных дефектов

Моделируемое загрязнение	Количество кратеров на 0,1 м ²		
	Безрастворительный конкурент	Растворительный конкурент	Scotchkote™ EP2306 SF
Частицы пыли на металлической поверхности	3	1	0
Двойной слой распыления	2	0	0
Твердые посторонние частицы в наносимом материале	14	5	0

Таблица 3. Значение толщины покрытия при измерении стойкости к стеканию материала Scotchkote™ EP2306 SF в различных условиях.

Условие	Максимальная толщина покрытия, не приводящая к потекам, мкм
Нормальные условия	275
Температура отверждения 100 °C	275
Сбой соотношения в сторону активатора до 10 %	175

при необходимом предварительном разогреве компонентов клиент получает значительный запас стабильности при тестировании материала на соответствие требованиям локальных и международных стандартов, стабильность в отсутствие поверхностных дефектов и высокую производительность в сравнении с растворительными решениями.

В целом применение безрастворительного гладкостного покрытия Scotchkote™ EP2306 SF нового поколения позволяет:

- исключить стадию отверждения из списка лимитирующих факторов;
- обеспечить максимально возможную гладкость покрытия и улучше-

ние комплекса функциональных свойств;

- сделать первые уверенные шаги в направлении улучшения экологической обстановки в промышленных центрах России, а также исключить вероятность загрязнения природного газа растворителями покрытия.

3M

ЗАО «3М Россия»
121614, РФ, г. Москва,
ул. Крылатская, д. 17, стр. 3
Тел.: +7 (495) 784-74-74
www.3MRussia.ru