

# 56

УДК 678.026  
**И.А. Сусоров,**  
профессор, д.т.н., ОАО «Кронос СПб»

## Антикоррозионное полимочевинуретановое покрытие «Форпол-Ойл<sup>®</sup>» для изоляции труб, запорной арматуры и фасонных соединительных деталей магистральных нефтегазопроводов

Функциональное назначение промышленного объекта, вид и интенсивность механического воздействия на него и химическая агрессивность окружающей среды, в которой он эксплуатируется, накладывают ряд требований и ограничений к защитным покрытиям [1]. Применение современных толстослойных изолирующих покрытий барьерного типа на трубопроводных объектах в нефтегазоперерабатывающих отраслях промышленности позволяет обеспечить как противокоррозионную защиту нефте-, газопроводов от повышенной коррозии на длительный срок эксплуатации, так и от механического воздействия при транспортировке трубопроводных изделий и при их монтаже [2–6, 17].

Обеспечение получения качественных изоляционных покрытий с высокими эксплуатационными характеристиками, незначительно изменяющимися во времени, является одним из наиболее важных факторов, гарантирующих надежность и длительный срок службы трубопроводных систем [7, 8].

Современные магистральные нефте-, газопроводы являются довольно сложной технической системой, включающей в себя не только плети труб диаметром до 1420 мм, но и фасонные соединительные детали (отводы, фитинги, тройники, переходники), запорную арматуру и монтажные узлы (крановые узлы, задвижки, заглушки, затворы), трубопроводы и арматуру компрессорных и насосных станций, станций подземного хранения газа и нефтехранилищ с диапазоном температур эксплуатации от  $-40^{\circ}\text{C}$  (а в некоторых случаях – от  $-50^{\circ}\text{C}$ ) до  $+60^{\circ}\text{C}$ , которые, так же как и трубы, требуют надежной защиты от коррозии [3]. Согласно требованиям российского стандарта ГОСТ Р 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии», изоляционные покрытия монтажных узлов, запорной арматуры и фасонных соединительных деталей по своим характеристикам должны соответствовать основному покрытию труб.

Основным покрытием труб при заводском (базовом) нанесении является трехслойное полиэтиленовое

экструдированное покрытие. При переизоляции труб в трассовых условиях, а также при заводской (базовой) изоляции и при трассовой переизоляции элементов трубопроводов, имеющих сложную конфигурацию (гнутые отводы, фасонные соединительные детали, запорная арматура), в последние десятилетия как в России, так и за рубежом наиболее широко применяются защитные покрытия, получаемые на основе комплексных мастичных систем и включающих два составляющих элемента:

- тонкослойную адгезионную пленку, получаемую на основе преимущественно полиэпоксидных грунтовок, обеспечивающую надежную адгезию между металлом трубопроводного изделия и наружным толстослойным покрытием, а также устойчивость комплексного покрытия к катодному отслаиванию;
- толстослойное (1,0–5,0 мм) наружное полимерное покрытие барьерного типа, защищающее металл и грунтовочную пленку от механических повреждений, связанных, в частности, с подвижкой грунта, с воздействием грунтовых вод, температурных перепадов и определяющее в конечном итоге общие защитные свойства.

Эксплуатационная надежность комплексных противокоррозионных покрытий зависит от совокупности свойств системы «грунтовка – наружное толстослойное покрытие» [3, 5, 18, 19].

В первом приближении покрытия наружной поверхности нефтегазовых труб и трубоделей должны обладать следующими основными свойствами [9, 10]:

- гарантированным температурным диапазоном длительной эксплуатации;
- высокой адгезией к металлической трубе и небольшим уровнем снижения величины этого показателя во время эксплуатации;
- долговечностью – обеспечение надежной изоляции трубоизделий на срок не менее 25 лет;
- устойчивостью к механическим деформациям и повреждениям;
- высокими электрическими характеристиками, обеспечивающими защиту от коррозии и предотвращающими утечку защитного тока трубы;
- устойчивостью к катодному отслаиванию, обусловленному действием защитного катодного тока.

В наибольшей степени для получения толстослойного терморезистивного наружного покрытия используют двухкомпонентные высоковязкие мастичные композиции (основа + отвердитель) со 100%-ным сухим остатком, наносимые на защищаемые металлические изделия прогрессивными механизиро-

ванными методами, в частности методом «горячего» безвоздушного распыления рабочей смеси компонентов с формированием защитного полимерного покрытия непосредственно на изделии в течение короткого промежутка времени. По комплексу защитных эксплуатационных свойств такие покрытия вполне сопоставимы с заводскими полиэтиленовыми покрытиями трубы и способны обеспечить долговременную защиту трубопроводов от коррозии.

Современный ассортимент промышленных двухкомпонентных полимерных систем, предназначенных для долговременной антикоррозионной защиты металлических нефтегазовых труб и трубоделей, эксплуатирующийся в условиях жесткого воздействия атмосферных факторов, перепада температур, химически агрессивных водных сред и механических нагрузок, довольно ограничен [3, 5, 8]. Как правило, это мастичные композиции на основе высококачественных модифицированных пленкообразователей (преимущественно на основе полиэпоксидов, полиуретанов, полимочевин или их гибридов), формирующих на поверхности защищаемых объектов толстослойные изолирующие покрытия, обладающие превосходными барьерными свойствами, препятствующие диффузии агрессивных агентов из внешней среды к металлу трубы, устойчивые к комплексному атмосферному, химическому, температурному и механическому воздействию и обеспечивающие надежную противокоррозионную защиту стальных изделий на срок не менее 30 лет [3, 5, 11].

Учитывая ограниченность ассортимента на российском рынке защитных материалов и весь комплекс требований, предъявляемых к изолирующим покрытиям нефтегазового трубопроводного оборудования, а также принимая во внимание собственный опыт разработки и производства полиуретанэпоксидной мастичной композиции «Форпол®» (ТУ 2458-104-20504464-2006), предназначенной для гидроизоляционной и антикоррозионной защиты конструкций и сооружений из металла и бетона в различных отраслях промышленности и строительства [12–15], в ОАО «Кронос СПб» разработано комплексное наружное противокоррозионное полимочевинуретановое покрытие «Форпол-Ойл®», предназначенное для защиты от коррозии стальных труб, фасонных соединительных деталей и запорной арматуры магистральных газо-, нефте- и продуктопроводов подземной и подводной (с заглублением в дно) прокладок, трубопроводов и арматуры компрессорных, газораспределительных и насосных станций, станций

подземного хранения газа и нефтехранилищ с температурным диапазоном эксплуатации от –50 °С до +60 °С в условиях заводского (базового) и трассового нанесения при их изготовлении, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте. В связи с различием в значениях некоторых показателей технических требований на разработанное покрытие «Форпол-Ойл®» оформлено два технических условия:

- ТУ 2458-125-20504464-2010 для объектов и предприятий ОАО «Газпром»;
- ТУ 2458-114-20504464-2009 для объектов и предприятий ОАО «АК «Транснефть».

На защищаемых абразивоструйно подготовленных и загрунтованных поверхностях [16] толстослойное (регулируемой толщины) покрытие «Форпол-Ойл®» формируется за счет смешения двух компонентов и их последующего напыления с использованием аппаратов высокого давления для «горячего» безвоздушного распыления фирм WIWA (Германия) или GRACO (США). Отсутствие летучих органических растворителей в составах исходных компонентов мастики обеспечивает не только экологичность применяемой технологии напыления, но и отсутствие усадки и внутренних напряжений в образующемся полимерном покрытии.

Комплект поставки исходных материалов, необходимых для получения покрытия «Форпол-Ойл®», включает:

- влагоотверждаемую уретановую грунтовку «Форпол-Праймер»;
- компонент А мастики, представляющий собой изоцианатный форполимер «Форпол-NCO»;
- компонент Б мастики, представляющий собой гибридный отвердитель «Форпол-NH<sub>2</sub>OH».

В комплект поставки могут включаться следующие вспомогательные материалы:

- очиститель лакокрасочного оборудования (ТУ 2319-112-20504464-2009);
- ремнабор «Форпол-Ойл®» (ТУ 2458-126-20504464-2010);
- состав для разрыхления полиуретановых и полимочевинных покрытий (ТУ 2388-146-20504464-2011).

В таблице 1 приведены технические требования к наиболее широко применяющимся полиуретановым защитным покрытиям усиленного типа марки Пк-60 (Пк-М) (температурный диапазон эксплуатации – от –50 °С до +60 °С) согласно следующей нормативно-технической документации:

- ГОСТ Р 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии»;
- технические требования ОАО «АК «Транснефть»: «Магистральный тру-

## ПОКРЫТИЯ

Таблица 1. Технические требования к полиуретановым защитным покрытиям Пк-60 (Пк-М) усиленного типа по различной нормативно-технической документации и достигнутые значения для полимочевинуретанового покрытия «Форпол-Ойл»

№ п/п	Наименование показателей	Требования ГОСТ Р 51164-98	Требования ОАО «Газпром»	Требования ОАО «АК «Транснефть»	Достигнутые значения для «Форпол-Ойл»
1	2	3	4	5	6
1.	Внешний вид покрытия	Нет	Однородная поверхность без пузырей, трещин, отслоений, пропусков и других дефектов, ухудшающих качество покрытия	Покрытие должно иметь равномерную толщину, однородный цвет, гладкую поверхность и быть свободным от пропусков, дефектов, пузырей, вздутий, мест отслаивания. Допускается наличие «шагрени», небольших (до 1 мм) локальных утолщений, наплывов	Соответствует Цвет черный
2.	Толщина покрытия, мм: • для изделий диаметром до 273 мм включительно, не менее • для изделий диаметром до 820 мм включительно, : не менее : не более • для изделий диаметром свыше 820 мм : не менее : не более	1,5  2,0 Нет  2,0 Нет	Толщина должна обеспечивать выполнение показателей свойств покрытий, указанных ниже	Нет  1,5 (1,0) <sup>1</sup> 3,0 (5,0) <sup>2</sup>  2,0 (1,5) <sup>1</sup> 4,0 (6,0) <sup>2</sup>	Соответствует
3.	Прочность при разрыве, МПа, не менее, при температуре (20±5) °С	12,0	8,0	Нет	18–20
4.	Относительное удлинение при разрыве,%, не менее, при температуре (20±5) °С	20,0	20,0	Нет	35–50
5.	Прочность при ударе при температуре испытаний от минус (40±3) °С (минус (50±3) °С для Пк-М) до плюс (40±3) °С, Дж, не менее: • для изделий диаметром до 273 мм включительно • для изделий диаметром до 530 мм включительно • для изделий диаметром до 820 мм включительно • для изделий диаметром свыше 820 мм • при температуре (20±5)°С для изделий диаметром до 530 мм включительно • при температуре (20±5)°С для изделий диаметром до 820 мм включительно • при температуре (20±5) °С для изделий диаметром свыше 820 мм	4,0 (4,0) <sup>1</sup> 6,0 (4,0) <sup>1</sup> 8,0 (4,0) <sup>1</sup> 10,0 (4,0) <sup>1</sup>  Нет  Нет  Нет	Нет Нет Нет Нет  Нет Нет Нет	Нет 6,0 (4,0) <sup>1</sup> 8,0 (4,0) <sup>1</sup> 10,0 (4,0) <sup>1</sup>  10,0 (6,0) <sup>1</sup>  15,0 (6,0) <sup>1</sup>  20,0 (6,0) <sup>1</sup>	более 10 более 10 более 10 более 20  более 20  более 20  более 20
6.	Прочность при ударе, Дж/мм, не менее, для всех диаметров изделий при температурах: минус (30±3) °С, плюс (20±5) °С, плюс (40±3) °С	Нет	5,0	Нет	5,4–8,1
7.	Адгезия к стали методом решетчатых надрезов, балл, не более: • при температуре (20±5) °С • при температуре (80±5) °С	1 1	Нет Нет	Нет Нет	1 1
8.	Адгезия к стали методом решетчатых надрезов после выдержки в воде в течение 1000 ч, балл, не более: • при температуре (20±5) °С • при температуре (50±5) °С	1 1	Нет Нет	Нет Нет	1 1

бопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Наружное антикоррозионное покрытие труб, соединительных деталей и механо-технологического оборудования» (ОТТ-25.220.01-КТН-215-10);

• технические требования ОАО «Газпром»: «Технические требования к наружным покрытиям на основе терморезистивных материалов для антикоррозионной защиты труб, соединительных деталей, запорной арматуры и монтажных узлов трубопроводов с температурой эксплуатации от

–20 °С до +100 °С», а также достигнутые значения для полимочевинуретанового покрытия «Форпол-Ойл».

Поверхность труб и трубадеталей перед нанесением покрытия «Форпол-Ойл» должна быть очищена от грязи, налета пыли. Старое покрытие при переизоляции должно быть удалено. Степень подготовки поверхности S<sub>a</sub> 2,5 по международному стандарту ISO 8501-1. Шероховатость поверхности (R<sub>z</sub>) должна составлять 30–120 мкм, что достигается абразивоструйной очисткой с использованием купрошлака или никель-

шлака в качестве абразива. Задиры поверхности, выступы, заусенцы и другие аналогичные дефекты устраняются механическим путем.

Разработанное покрытие может наноситься на горизонтальные, вертикальные и наклонные поверхности различной толщиной в зависимости от конструкции защищаемого объекта и условий его эксплуатации: от 0,4 до 4,0 мм за один нестекающий слой. Это достигается благодаря практически мгновенному тиксотропированию системы после смешения исходных компонентов и от-

Продолжение таблицы 1

9.	Адгезия к стали методом нормального отрыва при температуре (20±5) °С. МПа, не менее:				
	• исходная	7,0	7,0	7,0 (5,0) <sup>1</sup>	11–14
	• после выдержки в воде при температуре (20±5) °С в течение 1000 ч	5,0	Нет	5,0 (3,5) <sup>1</sup>	10–13
	• после выдержки в воде при температуре (60±3) °С в течение 1000 ч	5,0	Нет	5,0 (3,5) <sup>1</sup>	9–11
10.	Снижение адгезии к стали после выдержки в воде при температуре (60±3) °С в течение 1000 ч, в % от исходной величины, не более	Нет	40	Нет	18–20
11.	Грибостойкость, балл, не менее	2	Нет	2	0
12.	Диэлектрическая сплошность покрытия. Отсутствие пробоя при электрическом напряжении, кВ/мм, не менее	5	5	5 (5) <sup>1</sup>	более 5
13.	Сопротивление пенетрации (вдавливанию):				
	а) при температуре (20±5) °С, мм, не более	0,2	0,3	0,2 (0,2) <sup>1</sup>	0,10–0,12
	б) при температуре свыше 20 °С, мм, не более	0,3	Нет	Нет	0,15–0,20
	в) при температуре (60±3) °С, в % от исходной толщины, не более	Нет	20	30 (30) <sup>1</sup>	16–18
14.	Площадь отслаивания покрытия при поляризации (катодное отслаивание) после выдержки образцов в 3%-ном растворе NaCl, см <sup>2</sup> , не более				
	• при температуре (20±5) °С в течение 30 суток	4,0 (5,0) <sup>3</sup>	8,0	4,0 (5,0) <sup>1</sup>	0,2–0,4
	• при температуре (60±3) °С в течение 30 суток	10,0 (15,0) <sup>3</sup>	Нет	10,0 (15,0) <sup>1</sup>	3,0–4,0
	• при температуре (80±3) °С в течение 30 суток	20,0	Нет	10,0 (15,0) <sup>1</sup>	7,0–9,0
	• при температуре (80±3) °С в течение 7 суток	Нет	10,0	Нет	4,5–6,0
15.	Переходное сопротивление покрытия, Ом·м <sup>2</sup> , не менее				
	• исходное	10 <sup>8</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>8</sup> (10 <sup>8</sup> ) <sup>1</sup>	1,5·10 <sup>9</sup>
	• после 100 суток выдержки при температуре (20±5) °С в 3%-ном растворе NaCl	10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup> (10 <sup>7</sup> ) <sup>1</sup>	2·10 <sup>7</sup>
16.	Влагопоглощение (водопоглощение) отслоенного покрытия после выдержки в воде в течение 1000 ч, %, не более:				
	• при температуре (20±5) °С	5,0	5,0	5,0 (5,0) <sup>1</sup>	2,2
	• при температуре (60±3) °С	5,0	5,0	5,0 (5,0) <sup>1</sup>	4,5
17.	Поры на срезе покрытия, проведенном под углом (35±5) °С, при 3–5-кратном увеличении	Отсутствие пор на границе между металлом и покрытием	Отсутствие пор на границе между металлом и покрытием	Отсутствие пор на границе между металлом и покрытием	Соответствует
18.	Стойкость покрытия к отслаиванию при термоциклировании, количество циклов без отслаивания и растрескивания покрытия, не менее:				
	• при температуре испытаний в интервале от минус (50±3) °С до плюс (20±5) °С	Нет	Нет	10 (10) <sup>1</sup>	более 10
	• при температуре испытаний в интервале от минус (60±3) °С до плюс (20±5) °С	Нет	10	10 (10) <sup>1</sup> (Пк-М)	более 10
19.	Устойчивость покрытия к растрескиванию и отслаиванию при температуре минус (60±3) °С, сутки, не менее (Пк-М)	Нет	Нет	30 (30) <sup>1</sup>	более 30
20.	Стойкость покрытия к воздействию светопогоды (снижение адгезии покрытия к стали, % не более, после 500 ч экспонирования в камере искусственной светопогоды)	Нет	Нет	30 (-) <sup>1</sup>	18–20
21.	Прочность покрытия на изгиб при температуре испытаний (20±5) °С	Нет	Нет	Отсутствие трещин и мест отслаивания	Соответствует

1. Без скобок – номинальные значения показателей для покрытий заводского (базового) нанесения; в скобках – для покрытий трассового нанесения.

2. Без скобок – максимально допустимая толщина покрытия для труб и соединительных деталей; в скобках – максимально допустимая толщина покрытия для запорной арматуры и других механо-сборных изделий.

3. Без скобок – номинальное значение показателя для изделий диаметром 1220 мм и более; в скобках – номинальное значение показателя для изделий диаметром до 1020 мм.

сутствию в их составе органических растворителей. Рекомендуемые технологические характеристики процесса нанесения покрытия «Форпол-Ойл<sup>®</sup>» приведены в таблице 2.

Покрытие «Форпол-Ойл<sup>®</sup>» прошло полный цикл испытаний в ОАО «ВНИИСТ», ОАО «НИИ ТНН» и ОАО «ГазпромВНИИ-ГАЗ» на соответствие требованиям, предъявляемым к покрытиям такого

типа, и рекомендовано на включение в реестры материалов, допущенных к поставкам на объекты и предприятия ОАО «Газпром» и ОАО «АК «Транснефть».



# НЕФТЬ. ГАЗ. ХИМИЯ

Пермь, 25-28 октября 2011

13-я специализированная выставка технологий и оборудования для нефтяной, газовой и химической промышленности

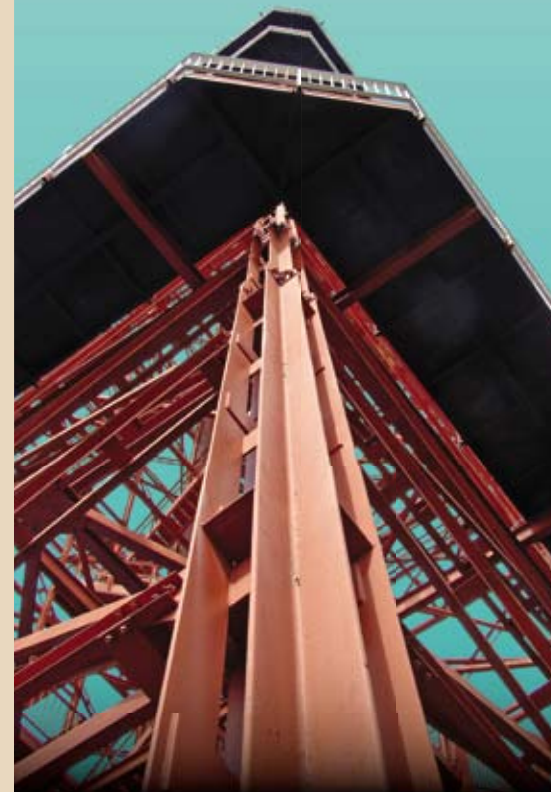
614077, г. Пермь,  
бульвар Гагарина, 65,  
телефон (342) 262-58-58,  
[www.exporperm.ru](http://www.exporperm.ru)



ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ПЕРМСКАЯ  
ЯРМАРКА**

## АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ЛКМ И ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

- атмосферостойкие, химстойкие, термостойкие материалы
- температура нанесения от  $-25^{\circ}\text{C}$
- время высыхания слоя 1–1,5 часа
- срок службы покрытий не менее 15 лет
- возможность нанесения на влажные и ржавые поверхности
- пониженные требования к подготовке поверхности
- совмещение функций грунта и покрывного слоя



Тел.: +7 (495) 365-50-64  
Тел./факс: +7 (499) 369-63-07  
[www.polikor-group.ru](http://www.polikor-group.ru)

**Таблица 2. Рекомендуемые технологические параметры процесса нанесения покрытия «Форпол-Ойл®»**

Наименование показателя	Значение
Соотношение компонентов при смешении (по объему): • компонент А : компонент Б	1,4:1,0
Температура при нанесении, °С: • защищаемой поверхности • компонента А • компонента Б • на срезе сопла	5–60 60–80 40–60 55–65
Жизнеспособность смеси компонентов при температуре $(60\pm 3)^{\circ}\text{C}$ , мин.	0,5–1,0
Время отверждения покрытия при температуре $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ : • сухая на ощупь поверхность • готовность к транспортированию, складированию • устойчивость к полным механическим нагрузкам	3–5 минут 3–5 часов 1–2 суток
Теоретический расход компонентов при толщине покрытия 1,0 мм с учетом 30%-го фактора потерь при безвоздушном методе распыления, кг/м <sup>2</sup>	1,5–1,6

### Литература:

1. Антикоррозионная защита: Справочное пособие. – Екатеринбург: ВИСО, 2009. – 448 с.
2. Низьев С.Г. Особенности и перспективы заводской изоляции труб и фасонных соединительных деталей трубопроводов // Коррозия Территории НЕФТЕГАЗ. 2008. № 1 (9). С. 6–13.
3. Низьев С.Г. Современные защитные покрытия для фасонных соединительных деталей и задвижек трубопроводов // Коррозия Территории НЕФТЕГАЗ. 2006. № 1 (3). С. 10–17.
4. Протасов В.Н., Пономарева М.В. Изоляция поверхности нефтегазового оборудования полимерным покрытием – перспективное направление повышения его надежности и эффективности работы в сложных условиях эксплуатации. Проблемы и пути их решения // Территория НЕФТЕГАЗ. 2008. № 6. С. 68–72.
5. Низьев С.Г. О противокоррозионной защите магистральных и промысловых трубопроводов современными полимерными покрытиями // Территория НЕФТЕГАЗ. 2009. № 9. С. 28–32. № 10. С. 34–43.
6. Протасов В.Н. Состояние и перспективы применения полимерных покрытий в оборудовании и сооружениях нефтегазовой отрасли // Территория НЕФТЕГАЗ. 2010. № 3. С. 40–45.
7. Протасов В.Н. Полимерные покрытия нефтепромыслового оборудования: Справочное пособие. – М.: Недра, 1994. – 224 с.
8. Протасов В.Н. Теория и практика. Применение полимерных покрытий в оборудовании и сооружениях нефтегазовой отрасли. – М.: Недра, 2007. – 374 с.
9. Косаку К. Почему в России полиуретановые покрытия должны быть двухслойными // Коррозия Территории НЕФТЕГАЗ. 2010. № 2(16). С. 22.
10. Протасов В.Н., Мурадов А.В., Макаренко А.В. Технические требования к полимерным покрытиям различных объектов нефтегазовой отрасли. Состояние и перспективы // Территория НЕФТЕГАЗ. 2010. № 9. С. 26–28.
11. Майер-Вестус У. Полиуретаны: Покрытия, клеи и герметики. – М. ПЭЙНТ-Медиа, 2009. – 400 с.
12. Сусоров И.А., Хаит Е.Л., Рояк Г.С. и др. Напыляемая быстротвердеющая мастика для транспортных конструкций и сооружений // Транспортное строительство. 2007. № 12. С. 13–17.
13. Сусоров И.А., Ефимова Д.Ю., Корешонкова М.О. и др. Полиимечвинуретановое покрытие для гидроизоляции строительных конструкций из металла и бетона // Промышленная окраска. 2007. № 4. С. 11–14.
14. Сусоров И.А., Ефимова Д.Ю., Хаит Е.Л. и др. Полиимечвинуретановое изоляционное покрытие для антикоррозионной защиты объектов инфраструктуры морских нефтегазовых платформ // Территория НЕФТЕГАЗ. 2007. № 2. С. 34–38.
15. Сусоров И.А., Рояк Г.С. Напыляемая полиимечвинуретановая мастика для антикоррозионной и гидроизоляционной защиты транспортных конструкций и сооружений // Лакокрасочная промышленность. 2010. № 11. С. 12–16.
16. Комаров П.В. Подготовка поверхности к изоляции в условиях трассы. Оборудование и технические приемы для работы в укрытии // Коррозия Территории НЕФТЕГАЗ. 2010. № 9. С. 26–28.
17. Толстослойные системы покрытий как альтернативный вариант ремонта резервуаров // Коррозия Территории НЕФТЕГАЗ. 2006. № 2(4). С. 24–26.
18. Постникова А. Современные системы промышленной защиты от коррозии // Нефть. Газ. Промышленность. 2004. № 3(8). С. 38–39.
19. Zubielewicz M., Gnof W. Антикоррозионные лакокрасочные покрытия нового поколения // Промышленная окраска. 2006. № 2. С. 13–16.

ОАО «Кронос СПб»

197183, г. Санкт-Петербург, ул. Полевая Сабиrowsкая, д. 42

Тел./факс: +7 (812) 430-21-00

е-mail: [info@lkz-kronos.ru](mailto:info@lkz-kronos.ru)

[www.lkz-kronos.ru](http://www.lkz-kronos.ru)